



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

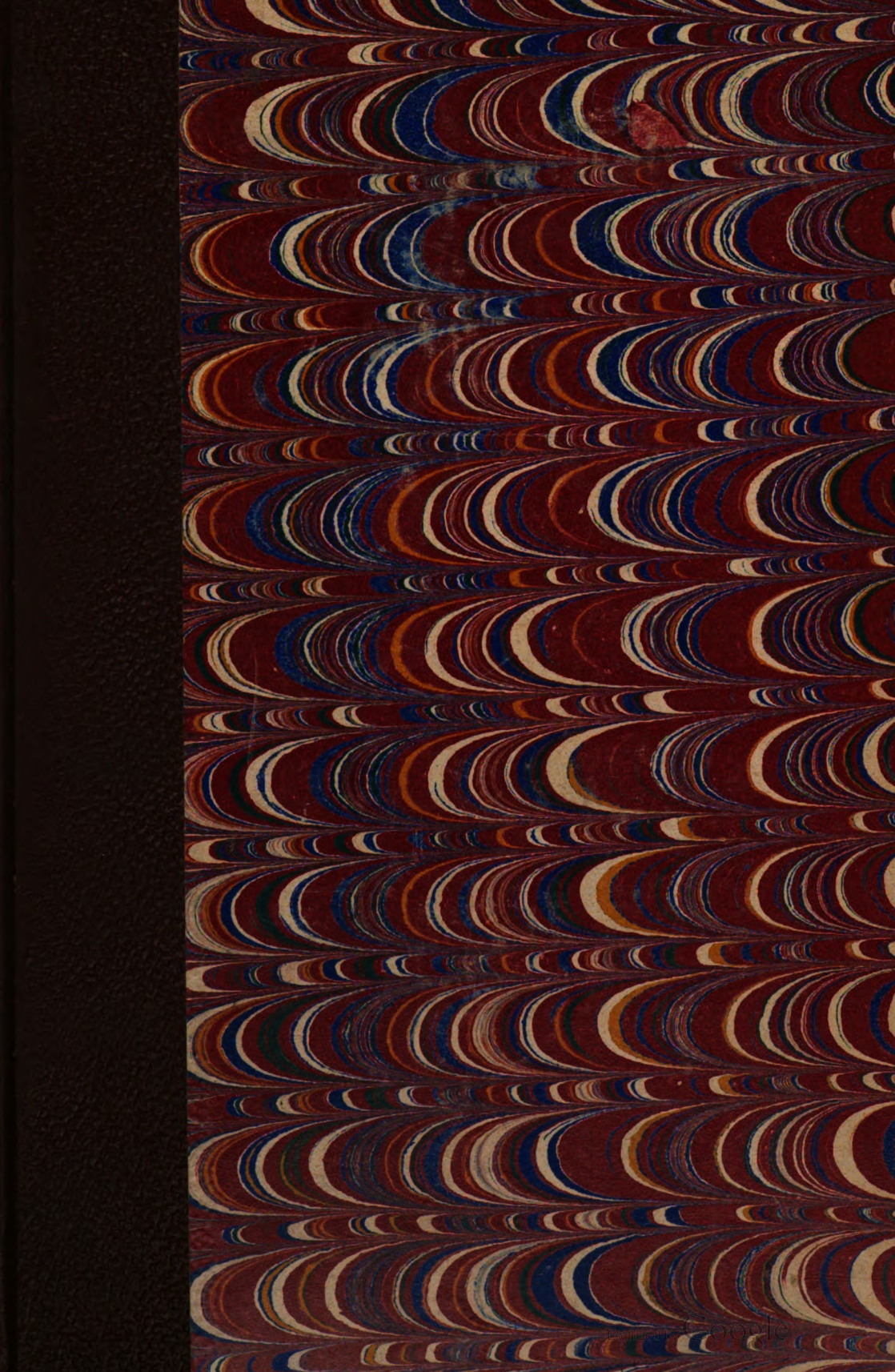
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



25

Library of the Museum  
OF  
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Bought

No. 7026

July 19, 1890 - Feb. 18, 1891







**Archiv**

for

**Mathematik og Naturvidenskab.**

Udgivet

af

**Sophus Lie og G. O. Sars.**

---

**Fjortende Bind.**



**Christiania og Kjøbenhavn.**

**Alb. Cammermeyers Forlag.**

*Sm* 1890.

Christiania. Det Mallingske Bogtrykkeri.

# Indhold.

|  | Side.   |
|--|---------|
| <i>Dr. K. G. Olsson:</i> Bemærkninger über die Integrationsmethoden<br>der Zeitreduction in der Gylden'schen Theorie . . .   | 1—10    |
| <i>I. H. L. Vogt.</i> Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineral-<br>bildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen<br>Ergussgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen) (Forts.) | 11—93   |
| <i>Dr. med. Vedeler.</i> Nerver i Hummerens Ovarie . . .   | 94—100  |
| <i>M. W. Chavkine.</i> Sur la scission des celluloses organiques . .   | 101—105 |
| <i>Amund Helland.</i> Professor Blytts geologiske Tidsregning . .  | 106—131 |
| <i>G. O. Sars.</i> Bidrag til Kundskaben om Decapodernes For-<br>vandlinger. III. Fam. Crangonidæ . . .  | 132—195 |
| <i>Axel Blytt.</i> Til forsvar for mit forsøg på en geologisk tids-<br>regning . . . . .   | 196—219 |
| <i>Jørgen Thesen.</i> Bidrag til tarmkanalens histologi og physiologi<br>hos torsken ( <i>Gadus Morhua</i> ) . . .   | 220—231 |
| <i>Dr. K. G. Olsson.</i> Ueber die Convergenz der Annäherungen<br>in der Gylden'schen Störungstheorie . . . . .  | 232—239 |
| <i>Chr. A. Münster.</i> Garnierit (Nikkelymnit) fra Foldalen . .   | 240—243 |
| Meddelelser fra det matematiske seminar i Kristiania. III.   | 244—253 |
| <i>Andr. M. Hansen.</i> Strandlinje-studier . . . . .  | 254—343 |





# Bemerkungen über die Integrationsmethoden der Zeitredution in der Gyldén'schen Theorie.

Von

Dr. K. G. Olsson.

Mit der Berechnung einer absoluten Bahn für den Planeten (13) Egeria beschäftigt, bin ich auf Schwierigkeiten gestossen, welche mir ein weiter gehendes Interesse zu verdienen scheinen. Ich versuche im Folgenden das Hauptsächlichste derselben darzulegen, und veranlasst mich hiezu schon der Umstand, dass in den bisherigen numerischen Anwendungen der Gyldén'schen Theorie hierauf nicht genügend Rücksicht genommen wurde.

Die Relation zwischen der Zeit und der wahren Länge wird in der Gyldén'schen Theorie in folgender Form erhalten:

$$(1) \quad n \frac{dt}{dv} = n \left( \frac{d\zeta}{dv} + \frac{dT}{dv} \right)$$

wo  $nT$  die «Zeitredution» bedeutet. Man erhält für letztere die folgende Differentialgleichung, wenn man sich auf die Berücksichtigung der ersten Glieder beschränkt:

$$(2) \quad n \frac{dT}{dv} = S - 2R + (6R - 2S) \eta \cos [(1 - \varsigma) v - \pi] \\ - 3 \eta^2 R + \left( \frac{3}{2} S - 6R \right) \eta^2 \cos 2 [(1 - \varsigma) v - \pi] + \dots$$

In dieser Gleichung ist die Bedeutung von  $R$  und  $S$  durch nachfolgende Relationen definirt:

$$-\frac{1}{1+S} \cdot \frac{dS}{dv} = (1+S)^2 \cdot Q + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1-\eta^2} \cdot \frac{d\eta^2}{dv}$$

$$r = \frac{a(1-\eta^2)}{1+(\rho)+R}$$

$$(3) \quad \frac{d^2 R}{dv^2} + R = 2S - P + \dots$$

$$P = r^2 \cdot \frac{\delta \Omega}{\delta r}; \quad Q = \frac{r^2}{a(1-\eta^2)} \cdot \frac{\delta \Omega}{\delta v}$$

Gylden fasst bekanntlich die elementären Glieder der Form  $(v-\sigma v)$  in  $(\rho)$  zusammen, hingegen werden von ihm die charakteristischen Glieder der entsprechenden Form, sowie alle Übrigen mit  $R$  bezeichnet.<sup>1)</sup>

Bei den folgenden Untersuchungen wollen wir von der Voraussetzung ausgehen, dass eine genäherte Commensurabilität, zum Beispiel von der Form  $1-3\mu$  stattfindet, und wollen nur solche Glieder in Betracht ziehen, welche von diesem Divisor afficiert werden. Der Kürze wegen werde ich ferner nicht alle so afficierten Glieder mitnehmen, sondern mich auf die Betrachtung jener beschränken, welche für die vorliegende Untersuchung nöthig sind.

Es gilt bekanntlich:

$$(4) \quad S = - \int \left( Q + \frac{1}{2} \frac{d\eta^2}{dv} \right) dv + \dots$$

$$\begin{aligned} \text{wo } Q = & m' \cdot a_1 \cdot \eta' \sin(2v - 3\mu v + \mu \zeta' v + \pi' - 3nT - 3B) \\ & + m' \cdot a_2 \cdot \eta \eta' \cdot \sin(v - 3\mu v + \zeta v - \mu \zeta' v + \pi - \pi' - \\ & - 3nT - 3B) + \dots \end{aligned}$$

$$B = \wedge' - \mu \wedge = \text{einem constanten Winkel,}$$

wenn man nur die Glieder erster Ordnung in Betracht zieht. Ferner ist:

<sup>1)</sup> Über die nicht erklärten Bezeichnungen siehe: Martin Brendel, Om användningen af den absoluta störingsteorien på en grupp af småplaneterna. (Iakttagelser och undersökningar å Stockholms Observatorium, 1889).

$$\begin{aligned}
 \frac{d^2 R}{dv^2} + R = & -m' \cdot b_1 \cdot \eta' \cos(2v - 3\mu v + \mu\zeta'v + \pi' - \\
 & - 3nT - 3B) \\
 & - m' \cdot b_2 \cdot \eta\eta' \cdot \cos(v - 3\mu v + \zeta v - \mu\zeta'v + \\
 (5) \quad & + \pi - \pi' - 3nT - 3B) \\
 & - 2m' \cdot a_1 \cdot \int \eta' \sin(2v - 3\mu v + \mu\zeta'v + \\
 & + \pi' - 3nT - 3B) dv \\
 & - 2m' \cdot a_2 \cdot \int \eta\eta' \sin(v - 3\mu v + \zeta v - \mu\zeta'v + \\
 & + \pi - \pi' - 3nT - 3B) dv
 \end{aligned}$$

wo

$$\begin{aligned}
 P = & m' \cdot b_1 \cdot \eta' \cdot \cos(2v - 3\mu v + \mu\zeta'v + \pi' - 3nT - \\
 & - 3B) \\
 & + m' \cdot b_2 \cdot \eta\eta' \cdot \cos(v - 3\mu v + \zeta v - \mu\zeta'v + \pi - \pi' - \\
 & - 3nT - 3B)
 \end{aligned}$$

Durch Ausführung der auf der rechten Seite von Gleichung (5) angezeigten Integrationen, und zwar in partieller Weise, gelangte man zu folgendem Ausdruck:

$$\begin{aligned}
 \frac{d^2 R}{dv^2} + R = & -m' \left( b_1 - \frac{2a_1}{2 - 3\mu + \mu\zeta'} \right) \cdot \eta' \cdot \cos(2v - 3\mu v + \\
 & + \mu\zeta'v + \pi' - 3nT - 3B) \\
 (6) \quad & - m' \left( b_2 - \frac{2a_2}{1 - 3\mu + \zeta - \mu\zeta'} \right) \cdot \eta\eta' \cdot \cos(v - 3\mu v + \\
 & + \zeta v - \mu\zeta'v + \pi - \pi' - 3nT - 3B)
 \end{aligned}$$

mit den Zusatzgliedern:

$$\begin{aligned}
 & - \frac{6m'a_1}{2 - 3\mu + \mu\zeta'} \int \eta' \cdot \sin(2v - 3\mu v + \mu\zeta'v + \pi' - 3nT - \\
 & - 3B) \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv \\
 (7) \quad & - \frac{6m'a_2}{1 - 3\mu + \zeta - \mu\zeta'} \int \eta\eta' \cdot \sin(v - 3\mu v + \zeta v - \mu\zeta'v + \\
 & + \pi - \pi' - 3nT - 3B) \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv
 \end{aligned}$$

Bei der Ausführung der Integration wurden  $\eta$ ,  $\pi$ ,  $\eta'$  und  $\pi'$  als constant angesehen. Wir können diese Voraussetzung



hier machen, weil die folgenden Resultate hiedurch keine Veränderung erfahren.

Wendet man dasselbe Integrationsverfahren nochmals auf Gleichung (6) an, so ergibt sich:

$$(8) \quad R = m' \cdot \left( \frac{b_1}{2(1-3\mu+\mu\zeta')} - \frac{a_1}{(2-3\mu+\mu\zeta')(1-3\mu+\mu\zeta')} \right) \\ \cdot \eta' \cdot \cos[2v-3\mu v+\mu\zeta'v+\pi'-3nT-3B] \\ - m' \cdot \left( \frac{b_2}{6\mu-2\zeta+2\mu\zeta'} - \frac{a_2}{(3\mu-\zeta+\mu\zeta')(1-3\mu+\zeta-\mu\zeta')} \right) \\ \cdot \eta' \cos[v-3\mu v+\zeta v-\mu\zeta'v+\pi-\pi'-3nT-3B]$$

mit den Zusatzgliedern:

$$(9) \quad -3m' \cdot \left( \frac{b_1}{2(1-3\mu+\mu\zeta')} - \frac{a_1}{(2-3\mu+\mu\zeta')(1-3\mu+\mu\zeta')} \right) \\ \cdot \eta' \cdot \left\{ \cos v \int \sin(v-3\mu v+\mu\zeta'v+\pi'-3nT-3B) \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv \right. \\ \left. + \sin v \int \cos(v-3\mu v+\mu\zeta'v+\pi'-3nT-3B) \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv \right\} \\ + \dots$$

Die durch die Glieder (7) hervorgebrachten Zusatzglieder schreibe ich hier der Kürze halber nicht aus, da aus denselben später wieder nur Glieder von derselben Form entstehen.

Gehen wir nun zur Integration der Differentialgleichung für  $nT$  über. Dieselbe wurde bekanntlich theils in partieller Weise, theils mittelst elliptischer Functionen ausgeführt. Wir wollen uns nun vorerst mit ersterer Methode beschäftigen.

Von den langperiodischen Gliedern erster Ordnung und zweiten Grades in dem Ausdrücke:

$$S = - \int \left( Q + \frac{1}{2} \frac{d\eta^2}{dv} \right) dv$$

ist von Herrn Prof. Gylden bewiesen worden, dass dieselben sich aufheben und zwar in der Weise, dass ein Glied in  $Q$

durch ein entsprechendes in  $\frac{1}{2} \cdot \frac{d\eta^2}{dv}$  compensirt wird. Da es an sich wahrscheinlich ist, dass dasselbe auch von den Gliedern derselben Ordnung aber höheren Grades gilt, werden wir im Folgenden uns mit diesen Gliedern nicht beschäftigen, sondern gleich zu denen höherer Ordnung übergehen.

Die Glieder höherer Ordnung sind theils solche, welche durch eine vorhergehende Integration nicht vergrössert sind, theils solche, welche vorher ein oder mehrere Male mit dem Factor:

$$1 - 3\mu = \delta$$

dividirt wurden. Den obigen Bemerkungen gemäss betrachten wir hier nur die Glieder letzterer Art.

Diese treten als Glieder zweiten, vierten u. s. w. Grades in  $nT$  auf, und entstehen unter anderen z. B. durch Substitution des ersten Postens rechts im Ausdrucke (8) von  $R$  in den folgenden:

$$(10) \quad Q = a_3 \cdot \eta \cdot R \cdot \sin(2v - 3\mu v + \zeta v + \pi - 3nT - 3B).$$

Wenn wir uns vorerst auf die Betrachtung des Gliedes zweiten Grades beschränken, so bemerkt man sofort, dass man durch zweimalige Integration derselben zu Gliedern in  $nT$  gelangt, welche von der Grössenordnung

$$(11) \quad \frac{m'^2 \eta \eta'}{\sigma^2 (\delta + \sigma_1)}$$

sind. Ich erwähne, dass Herr M. Brendel, welcher den für die hyperelementären Glieder von Herrn Gyldén gegebenen Beweis auch auf die charakteristischen Glieder zweiten Grades ausdehnte, hat gezeigt, dass dieselben sich aufheben, sofern man im Nenner  $\sigma_1$  gegen  $\delta$  vernachlässigt. Denken wir uns also den obigen Ausdruck nach Potenzen von  $\frac{\sigma_1}{\delta}$  entwickelt, so fällt mit Rücksicht auf

den erwähnten Beweis das erste Glied dieser Reihe weg und die Grössenordnung der restirenden Glieder wird:

$$(12) \quad \frac{m'^2 \cdot \eta \eta'}{\sigma \cdot \delta^2}.$$

Ziehen wir nun diejenigen Glieder dritter Ordnung in  $nT$  in Betracht, welche von denen zweiter Ordnung in  $R$  herrühren, und zwar von den Zusatzgliedern (9), so müssen wir von dem Ausdruck:

$$(13) \quad \frac{d(nT)}{dv} = \frac{m' a_5}{\delta} \cdot \eta^2 \cdot \cos(v - 3\mu v + 2\zeta v + 2\pi - 3nT - 3B)$$

ausgehen. Wird dieses Glied in  $R$  eingesetzt, so erhält man nach ausgeführter Multiplikation und Integration ein Glied in  $R$ oder ( $\rho$ ) von der Form:

$$(14) \quad R = \frac{m'^2 a_5}{\sigma \cdot \delta^2} \cdot \eta^2 \cdot \eta' \cos(v - 2\zeta v + \mu \zeta' v - 2\pi + \pi')$$

welches, in  $Q$  eingesetzt, in  $nT$  Glieder von der Grössenordnung

$$(15) \quad \frac{m'^3 \cdot \eta^2 \eta'^2}{\sigma^3 \cdot \delta^2}$$

hervorbringt.

In analoger Weise und mit Hülfe der Gleichung (2) bekommt man, wenn man z. B. von dem Gliede:

$$(16) \quad \frac{d(nT)}{dv} = \frac{m' a_7}{\delta} \cdot \eta^4 \cdot \cos(2v - 6\mu v + 4\zeta v + 4\pi - 6nT - 6B)$$

ausgeht, schliesslich in  $nT$  ein Glied von der Grössenordnung:

$$(17) \quad \frac{m'^4 \eta^5 \eta'^3}{\sigma^3 \cdot \delta^4}.$$

Ebenso leicht überzeugt man sich, dass Glieder von den Grössenordnungen:  $\frac{m'^5 \cdot \eta^8 \eta'^4}{\sigma^3 \cdot \delta^5}$ ,  $\frac{m'^6 \eta^{11} \eta'^5}{\sigma^3 \cdot \delta^5}$  u. s. w. entstehen müssen.

Wie man sieht, bilden diese Glieder (15), (17) u. s. w., welche durch den Factor  $\sigma^8$  im Nenner characterisirt sind, unter sich eine Reihe, welche, von anderen Factoren abgesehen, nach Potenzen von

$$(18) \quad \frac{m' \eta^3 \cdot \eta'}{\delta^2}$$

fortschreitet.

Das Vorhergehende lässt eine interessante Folgerung zu, nämlich dass die Convergenz der betrachteten Reihe von langperiodischen, elementären Gliedern in der Zeitreduction in Zweifel steht, wenn  $|\delta| \leq \eta \cdot \sqrt{m' \eta \eta'}$  wird, und da, statt  $\delta$ , strenge genommen,  $\delta + \sigma$  zu schreiben ist, so haben wir auch:

$$(19) \quad |\delta + \sigma| \leq \eta \cdot \sqrt{m' \eta \eta'}$$

Mit Rücksicht auf die gewöhnlich vorkommende Grösse der  $\eta$  gelangen wir also zu dem Satze, dass, wenn in den Gliedern niedriger Ordnung eine Commensurabilität von der Grösse der störenden Masse vorkommt, Divergenz eintritt.

Ziehen wir eine beliebig gewählte Commensurabilität  $p - q$  in Betracht, so nimmt die obige Convergenzbedingung die folgende Form an:

$$(20) \quad |\delta + \varphi(\sigma)| > \varepsilon^{q-p} \cdot \sqrt{m'}$$

wo  $\varepsilon$  eine positive Quantität von der Grösse der Excentricitäten bedeutet, ferner  $\varphi(\sigma)$  eine Summe von Gliedern darstellt, wie:

$$(21) \quad \varphi(\sigma) = m\sigma_1 \pm n\sigma_2 \pm r\sigma_3 \pm \dots$$

worin die  $m, n, r$  der Bedingung genügen:

$$(22) \quad m + n + r + \dots \leq q - p.$$

Auf eine eingehendere Discussion dieser Formeln gehe ich hier nicht ein, doch behalte ich mir dieselbe für eine spätere Gelegenheit vor.



Da die  $\sigma$  für die kleinen Planeten, weil sie den Factor  $\left(\frac{a}{a'}\right)^3$  enthalten, um ungefähr 0,1 kleiner als die störende Masse sind, überzeugt man sich leicht, dass die obigen Glieder, obgleich sie nicht hyperelementär sind, selbst bei mässiger Commensurabilität sehr grosse Werthe erreichen. Nehmen wir als Beispiel jene abgerundeten Zahlen, wie sie bei Hestia, bei welchem Planeten der Commensurabilitätsfactor 0,01 beträgt, her, so gelten die Werthe:

$$\sigma = 0,0001; 1 - 3\mu = 0,01; \eta = 0,1; m'_{21} = 0,001.$$

Mit diesen Werthen gelangt man zu dem Resultate, dass sogar noch das Glied vierter Ordnung achten Grades (17) zu einem Betrag von ungefähr  $10^\circ$  anwachsen kann.

Von dem Gliede  $\frac{m'^3 \eta^2 \eta'^2}{\sigma^3 \delta^2}$ , welches beiläufig einen tausendmal so grossen Werth haben würde, ist mit Rücksicht auf die Art, wie Herr Brendel für Hestia die Bestimmung der Integrationsconstanten durchführte, anzunehmen, dass es von anderen Gliedern derselben Grösse compensirt wurde. Ersetzen wir, analog dem oben betrachteten Falle, im Nenner den Factor  $\delta^2$  durch  $(\delta + \sigma_1)^2$  und denken uns ferner

$$\frac{m'^3 \eta^2 \eta'^2}{\sigma^3 (\delta + \sigma_1)^2}$$

nach den Potenzen von  $\frac{\sigma_1}{\delta}$  entwickelt, so besteht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das erste Glied dieser Entwicklung wegfällt. Die Grössenordnung der zurückbleibenden Glieder wird demnach:

$$(23) \quad \frac{m'^3 \eta^2 \eta'^2}{\sigma^2 \delta^3}.$$

Es bleibt uns noch übrig nachzusehen, ob den Schwierigkeiten, welche der vorgehenden Integrationsmethode anhaften,

durch Benutzung elliptischer Functionen<sup>1)</sup> aus dem Wege gegangen werden kann. Man sieht sofort, dass man auf diese Weise  $\frac{d(nT)}{dv}$  im Integrale

$$(24) \int \cos(v - 3\mu v + \mu\zeta'v + \pi' - 3nT - 3B) \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv$$

als eine langperiodische, elementäre Function der Form A) erhält, vorausgesetzt, dass man sich auf die Glieder erster Ordnung mit dem Argumente:  $(v - 3\mu v + \sigma v + \dots)$  in  $nT$  und nur auf das grösste Glied der entwickelten elliptischen Amplitude, welche die erste Annäherung von:  $(v - 3\mu v - 3nT)$  darstellt, beschränkt. Man braucht also im obigen Integrale nicht sofort bei Ermittlung der Glieder dritten Grades in R zwei Glieder zu multipliciren, deren Argumente sich nur um Grössen der Ordnung  $\sigma$  unterscheiden.

Die ersten Glieder in  $\frac{d(nT)}{dv}$ , welche im obigen Integrale (24) langperiodische Glieder der Form A) hervorbringen, sind vierten Grades erster Ordnung, die nächsten sechsten Grades u. s. w.

Wie man sieht, führen uns die fortgesetzten Annäherungen zu Gliedern von ganz derselben Art, wie in der vorigen Methode.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass die bisher bekannten Integrationsmethoden für die Zeitreduction auf Glieder hoher Ordnung und hohen Grades führen, welche in Commensurabilitätsfällen zu sehr beträchtlichen Werthen anwachsen. Will man also bei der numerischen Anwendung Resultate erreichen, welche den erforderlichen

<sup>1)</sup> Ueber diese Integrationsmethode siehe:

Paul Harzer, Untersuchungen über einen speciellen Fall des Problems der drei Körper. (Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de S.-t. Pétersbourg, VII<sup>e</sup> Série, Tome XXXIV, No. 12).

Grad von Genauigkeit ausser Zweifel stellen, so ist es unbedingt erforderlich die Untersuchung, — was bisher ausser Acht gelassen wurde, — auch auf die oben besprochenen Glieder auszudehnen. Die Möglichkeit, dass diese Glieder sich compensiren, kann allerdings nicht ausgeschlossen werden. Doch müsste hiefür erst der Beweis hergestellt werden. Dieser Beweis scheint mir aber an der Zahl der Glieder zu scheitern denn letztere werden so zahlreich, dass deren Berechnung sich der Grenze der Unausführbarkeit nähert oder diese sogar übersteigt.

Stockholm, December 1889.

# Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen).

Von

I. H. L. Vogt,

Kristiania.

(Fortsetzung von B. XIII, Seite 402).

---

## Spinell und Magnetit.

*Literatur* über die Bildung *im Schmelzfluss* der verschiedenen Spinellide.

F. Fouqué et Michel Lévy. *Synthèse des minéraux et des roches*. 1882.

W. Muirhead. The formation of blast furnace slags. «Iron», 15te Okt. 1880 (Berg- und Hüttenmännische Zeitschr. 1881. Seite 53).

A. Stelzner. Zinkspinell-haltige Fayalitschlacken der Freiburger Hüttenwerke. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1882. I.

I. H. L. Vogt. «Schlackenstudien, I», Seite 148—168. Résumé in Jernkontorets Annaler, 1885.

---

H. Schulze und A. Stelzner. Ueber die Umwandlung der Destillationsgefäße der Zinköfen in Zinkspinell und Tridymit. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1881. I.

Ueber Magnetit sehr viele Abhandlungen, cfr. die Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué et Michel Lévy und von Bourgeois; daneben auch

B. Kosmann. Ueber die Form und Constitution der Puddelschlackenkrystalle von dem Stahlwerke Hombourg-haut bei St. Avold im Moseldépartement. Pogg. Ann. B. 137. 1869. Seite 136.

---



Unter den vielen Darstellungsmethoden<sup>1)</sup> der verschiedenen Glieder der Spinellgruppe in eingeschränkter Bedeutung (nämlich eigentlicher Spinell, Pleonast, Hercynit, Manganoferrit, Picotit, Gahnit usw.) nebst Magnetit, Franklinit usw. interessirt uns, für unseren Zweck, besonders die Bildung auf trockenem Wege bei der Abkühlung von den Silikat-Schmelzmassen. — Wir werden hier zuerst die chemischen und physikalischen Bedingungen für die Ausscheidung der eigentlichen Spinelle im Schmelzfluss nachforschen und fangen mit denjenigen Silikat-Magmata an, die unter den Basen der Form  $R_2O_3$  nur  $Al_2O_3$  und unter denjenigen der Form  $RO$  nur  $CaO$  und  $MgO$  mit relativ kleinen Mengen  $FeO$  und  $MnO$  und gar kein  $ZnO$  enthalten.

(*Mg,Ca*)*O*-Spinell. — Der Spinell in den hiergehörigen Schmelzproducten wird durch die folgenden Kriterien gekennzeichnet: Das Mineral erscheint in isotropen Krystallen, die meinen Untersuchungen zufolge immer, sowohl bei den kleinen als auch bei den grossen Individuen, voll fertig entwickelt sind, dies wenigstens wenn die Abkühlung nicht beinahe ganz momentan stattfindet<sup>2)</sup>. Die Begrenzung ist immer das Oktaëder, das im allgemeinen sehr scharf entwickelt ist; andere Flächen habe ich in den von mir untersuchten Schmelzproducten nie beobachtet, auch nicht sind Zwillinge zu entdecken. Wie sonst wird der künstliche Spinell durch eine sehr starke Lichtbrechung charakterisirt; Andeutung zur Spaltbarkeit ist nicht wahrzunehmen.

---

<sup>1)</sup> Cfr. die Arbeiten von Ebelmen, Daubrée, H. Sainte-Claire Deville und Caron, F. Fouqué und Michel Lévy, Stanislas Meunier, Durocher, Kuhlmann, K. v. Hauer, Debray, G. Rose usw.

<sup>2)</sup> Einige fragliche Spinell-Krystallskelette, nach drei auf einander senkrechten und ebenwürdigen Achsen aufgebaut, finden sich in No. 172, wo die Abkühlung nur einige Minuten beanspruchte. — Im Gegensatz zu dem eigentlichen Spinell zeigt der Magnetit eine sehr grosse Tendenz zur Skelettbildung.

— Unser Mineral wird nicht oder wenigstens nur ganz unbedeutend von *HCl*, *HFl* und *KHO* angegriffen; es lässt sich deswegen leicht und schnell auf chemischem Wege isoliren; hierdurch wird man auch in fraglichen Fällen die absolut sichere Entscheidung treffen können. — Die in den fast ganz (*Mn, Fe*)*O*-freien Schmelzflüssen No. 23 und 161 ausgeschiedenen Spinelle sind ganz farblos; in No. 153 und 163, mit resp. 0.59 und 0.96 % *MnO*, dagegen zeigt unser Mineral eine schwach blaugrüne Nuance. — Die Grösse der Schlackenspinelle ist oft erstaunend; der Diameter der Oktaeder in der Schlacke No. 153 (mit ca. 6.5 % Spinell) beträgt so im allgemeinen nicht weniger als ca. 0.2—0.4 mm., und bei No. 163, 161 und 23 resp. 0.02—0.06, 0.02—0.04 und 0.015—0.025 mm.

Die Bildung der Spinelle hat überall auf einem früheren Stadium als diejenige der begleitenden Silikate (Gehlenit, Melilith, Olivin, Anorthit) stattgefunden, und die Ausscheidung war immer zu Ende gebracht, ehe die Silikatmineralien sich zu individualisiren anfangen. Weder in Bezug auf die Anzahl noch auf die Grösse der Individuen lässt sich nämlich irgend ein Unterschied zwischen denjenigen Spinellen nachweisen, welche als Einschlüsse in den Silikatmineralien auftreten, und denjenigen, welche in dem Glase zwischen den Silikaten liegen. — Das Monosulfid, *CaS*, der Schlacken dagegen ist noch früher als der Spinell constituirt worden; es erscheint nämlich oft als Einschlüsse in unserem Mineral.

Ueber die chemische Zusammensetzung der in den vorliegenden Schmelzproducten ausgeschiedenen Spinelle giebt eine von W. Muirhead<sup>1)</sup> (l. c.) ausgeführte Untersuchung eine sehr interessante Erläuterung:

---

<sup>1)</sup> W. Muirhead hat selber die mineralogische Natur seines in *HCl* und *HFl* unauflöslichen «Aluminats» nicht erkannt; zufolge der Analogie mit den von mir untersuchten spinellführenden

Zusammensetzung der ganzen Schlackenmassen<sup>1)</sup>.

|  | No. 206 | No. 207 | No. 208 | No. 209 | No. 210 | No. 211 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>SiO<sub>2</sub></i> . . . .             | 24.92   | 28.74   | 27.01   | 26.46   | 27.53   | 27.64   |
| <i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> . . . . | 23.47   | 25.63   | 20.13   | 23.44   | 22.23   | 22.93   |
| <i>CaO</i> . . . .                         | 37.32   | 29.40   | 40.93   | 35.50   | 36.30   | 37.06   |
| <i>MgO</i> . . . .                         | 13.23   | 13.75   | 11.09   | 13.34   | 13.00   | 12.95   |
| Summe                                      | 98.94   | 97.52   | 99.16   | 98.74   | 99.06   | 100.58  |
| Sauerstoffverh.                            | 0.49    | 0.59    | 0.56    | 0.54    | 0.57    | 0.56    |
| % Aluminat.                                | 17.40   | 17.68   | 10.82   | 8.18    | 6.07    | 9.04    |

Zusammensetzung der durch *HCl* und *HFl* isolirten Spinelle.

|                                    | No. 206, a | No. 207, a | No. 208, a | No. 209, a | No. 210, a | No. 211, a |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> | 68.11      | 67.98      | 65.88      | 68.92      | 68.72      | 74.00      |
| <i>MgO</i>                         | 23.41      | 22.63      | 19.16      | 31.08      | 31.28      | 26.00      |
| <i>CaO</i>                         | 8.48       | 9.39       | 14.96      |            |            |            |
| Summe                              | 100.00     | 100.00     | 100.00     | 100.00     | 100.00     | 100.00     |

Die Analysen des unauf löslichen Theiles, No. 206, a—211, a, entsprechen ganz gut der Spinell-Formel  $RAI_2O_4$ .

Aus den Untersuchungen Muirheads ergibt sich, dass der im Schmelzfluss sich individualisirende Spinell in einigen Fällen nur *MgO* und gar kein *CaO* aufnimmt, während

Schlacken ist es jedoch unzweifelhaft, dass das «Aluminat», das mit dem Spinell chemisch übereinstimmt, auch mineralogisch damit identisch ist.

<sup>1)</sup> Die Schlacken stammen von schottischen Hohöfen, bei Verschmelzung von «black-bands» und «clay-bands».

dagegen in anderen Fällen nicht unwesentliche Mengen von  $MgO$  durch  $CaO$  ersetzt werden können; dies tritt, zufolge einigen von Muirhead beigefügten Angaben, besonders dann ein, wenn die Temperatur exceptionel hoch ist. In den natürlichen Spinellen ist  $CaO$  bis jetzt niemals mit Sicherheit nachgewiesen worden; es ist jedoch schon lange bekannt, dass  $CaO$  isomorph in die Spinellgruppe hineingehen kann; schon in 1848 hat nämlich Ebelmen<sup>1)</sup> reinen Kalkspinell,  $Ca Al_2 O_4$ , durch Schmelzung der constituirenden Bestandtheile in Borsäure dargestellt<sup>2)</sup>).

Das hauptsächlichliche Interesse der vorliegenden Untersuchung concentrirt sich um die Bestimmung derjenigen chemisch-physikalischen Bedingungen, auf denen die Individualisation des Spinells im Schmelzfluss beruht; um diese Aufgabe in der That lösen zu können werden wir diejenigen chemischen Factoren, die schon a priori als die wichtigsten angesehen werden können, — nämlich den Basicitätsgrad und die Thonerde- und Magnesia-Gehalte, — unserer sämtlichen spinellführenden Schmelzmassen schematisch zusammenstellen; zum Vergleich stellen wir daneben eine Uebersicht derselben chemischen Factoren in einer Serie von unter ungefähr denselben physikalischen Bedingungen erstarrten Schmelzproducten, wo jedoch Spinell nicht constituiert worden ist<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Ebelmen. Ann. de physique et de chimie. T. XXII. 1848. Seite 211.

<sup>2)</sup> Die durch Schmelzung erhaltene Verbindung  $Ca Fe_2 O_4$  dagegen krystallisirt nicht regulär, hieüber mehr später.

<sup>3)</sup> Bei dieser Uebersicht halte ich mich hauptsächlich an die von mir selbst (No. 23, 153, 161, 168, 197), Muirhead (No. 206—211) und Bauerman (No. 165) untersuchten Schlacken; die in der Literatur sonst zerstreuten Angaben lassen sich zu der vorliegenden Erörterung im allgemeinen nicht gebrauchen, theils weil die quantitativen Zusammensetzungen der Magmata nicht genau angegeben sind, und theils weil die Schmelzmassen neben  $Al_2 O_3$  sehr oft auch etwas  $Fe_2 O_3$  enthalten.

## Spinell-führende Schlacken.

|                             | No.<br>207          | No.<br>206 | No.<br>208 | No.<br>211 | No.<br>209 | No.<br>210 | No. 153 |
|-----------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| % $Al_2O_3$ . . .           | 25.63               | 23.47      | 20.13      | 22.93      | 23.44      | 22.23      | 15.13   |
| % $MgO$ . . .               | 13.75               | 13.23      | 11.09      | 12.95      | 13.44      | 13.00      | 12.33   |
| % $(Mn, Fe)O$ . .           | (unbedeutend wenig) |            |            |            |            |            | 1.06    |
| Sauerstoffverh.             | 0.59                | 0.49       | 0.56       | 0.56       | 0.54       | 0.57       | 0.72    |
| % Spinell <sup>1)</sup> . . | 17.68               | 17.40      | 10.82      | 9.04       | 8.18       | 6.07       | ca. 6.5 |

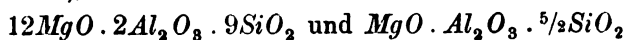
Å kerman'sche  
Schmelzproducte.

|                   | No. 165 | No. 163 | No. 161 | No. 23  | No. 197 | No. 172 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| % $Al_2O_3$ . . . | 22.32   | 22.32   | 27.35   | 9.85    | 47.11   | 20.87   |
| % $MgO$ . . .     | 7.78    | 10.02   | 7.04    | 20.24   | 0.91    | 1.73    |
| % $(Mn, Fe)O$ . . | 0.87    | 0.99    | 0.99    | 0.92    | 0.43    | 0.71    |
| Sauerstoffverh.   | 0.61    | 0.71    | 0.79    | 0.91    | 0.50    | 0.70    |
| % Spinell . .     | ca. 5   | ca. 3   | ca. 2   | ca. 0.5 | Etwas   | (???)   |

Sowohl Muirhead als auch Bauerman erwähnen, dass sie mehrmals, ausserhalb in den oben angeführten Fällen, in den stark basischen und gleichzeitig  $Al_2O_3$ - und  $MgO$ -reichen, — nie aber in den  $MgO$ -armen, — Schlacken Spinell nachgewiesen haben; ebenfalls können wir auch

<sup>1)</sup> Die Menge des ausgeschiedenen Spinells ist überall, mit Ausnahme der No. 197 und 172, in welchem letzteren die Bestimmung fraglich ist, durch Wägung des auf chemischem Wege isolirten Minerals bestimmt worden.

mitnehmen, dass in einigen von Bourgeois dargestellten Schmelzmassen<sup>1)</sup>,



Sauerstoffverh. 1.00 1.25,

Spinell in ziemlich bedeutenden Mengen ausgeschieden worden ist.

Andrerseits fehlt der Spinell in den folgenden von mir untersuchten Schlacken, die sich durchgängig durch etwas höhere Aciditätsgrade oder durch kleinere  $Al_2O_3$ - oder  $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalte auszeichnen.

### Schlacken ohne Spinell.

|                 | No. 149 | No. 4 | No. 156 <sup>2)</sup> | No. 146 | No. 157 | No. 142 | No. 155 |
|-----------------|---------|-------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| % $Al_2O_3$     | 12.11   | 5.33  | 11.81                 | 7.81    | 24.12   | 9.10    | 29.31   |
| % $MgO$         | 2.82    | 5.57  | 10.12                 | 11.27   | 3.17    | 5.36    | 8.25    |
| % $(Mn, Fe)O$   | 4.43    | 29.86 | 7.17                  | 4.74    | 0.52    | 10.48   | 2.88    |
| Sauerstoffverh. | 0.91    | 0.92  | 0.95                  | 0.98    | 0.98    | 1.03    | 1.05    |

|                 | No. 5 | No. 22 | <sup>2)</sup> | No. 21 | No. 133 | <sup>2)</sup> | No. 20 |
|-----------------|-------|--------|---------------|--------|---------|---------------|--------|
| % $Al_2O_3$     | 3.5   | 4.48   | 11.35         | 3.69   | 10.70   | 5.21          | 9.91   |
| % $MgO$         | 10.0  | 22.02  | 10.60         | 19.96  | 2.34    | 18.40         | 17.96  |
| % $(Mn, Fe)O$   | 12.0  | 3.35   | 11.18         | 2.70   | 7.99    | 1.09          | 0.56   |
| Sauerstoffverh. | 1.08  | 1.11   | 1.12          | 1.14   | 1.14    | 1.17          | 1.18   |

<sup>1)</sup> Diese wurden zur Untersuchung der Synthese eines eventuellen  $MgO$ -Meliliths und des Cordierits zusammengeschmolzen.

<sup>2)</sup> In dieser bleibt nach Behandlung mit  $HCl$  und  $KHO$  nur ca. 0.5 % Magnesiaglimmer zurück.

|                 | No. 19 | No. 18 | No. 16 | No. 13 | No. 185 | No. 24 | *)    |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|
| % $Al_2O_3$     | 5.92   | 9.97   | 3.91   | 8.92   | 12.90   | 7.84   | 8.43  |
| % $MgO$         | 20.70  | 12.26  | 21.76  | 11.41  | 6.75    | 2.67   | 15.42 |
| % $(Mn, Fe)O$   | 2.52   | 8.09   | 6.20   | 9.62   | 1.14    | 36.15  | 1.83  |
| Sauerstoffverh. | 1.20   | 1.21   | 1.26   | 1.33   | 1.36    | 1.36   | 1.39  |

\*) Diese drei werden später im «Zusatz» näher besprochen.

Ebenso wenig findet sich Spinell in einer Serie Schlacken mit noch etwas mehr  $SiO_2$  oder weniger  $Al_2O_3$  und  $MgO$ , z. B. No. 6—12, 14—15, 17, 27—28, 113, 159—160, 178—184 usw.

Beim Vergleich der zwei schematisch zusammengestellten Serien ergibt sich unzweifelhaft, dass die Ausscheidung des Spinells nicht ausschliesslich einerseits auf den Basicitätsgrad oder andererseits auf die  $Al_2O_3$ - und  $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalte sich zurückführen lässt, sondern dass sie von den sämtlichen drei chemischen Factoren des Schmelzflusses abhängig ist, und zwar bildet sich je mehr Spinell, je niedriger der Basicitätsgrad und je höher die  $Al_2O_3$ - und  $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalte betragen.

Der Uebersicht wegen werden wir die erhaltene Grenze, die sich freilich, der nicht sehr zahlreichen Angaben wegen, noch nicht eng aufziehen lässt, tabellarisch angeben; die physikalische Voraussetzung ist, dass die Schmelzmassen ursprünglich zu einer Temperatur von etwa 1400—1700° erhitzt waren, und dass die Abkühlung eine Stunde bis höchstens ungefähr einen Tag dauerte.

| Sauerstoff-<br>verhältniss. | Spinell ausgeschieden. |         |               | Spinell nicht ausgeschieden. |         |               |
|-----------------------------|------------------------|---------|---------------|------------------------------|---------|---------------|
|                             | % $Al_2O_3$            | % $MgO$ | % $(Mn, Fe)O$ | % $Al_2O_3$                  | % $MgO$ | % $(Mn, Fe)O$ |
| 1.35                        | —                      | —       | —             | 8.0                          | 2.7     | 36            |
| 1.25                        | 35                     | 13.5    | —             | 4                            | 22      | 6             |
| 1.20                        | —                      | —       | —             | 10                           | 18      | 0.5           |
| 1.10                        | —                      | —       | —             | 11                           | 11      | 11            |
| 1.10                        | —                      | —       | —             | 4.5                          | 22      | 3             |
| 1.05                        | —                      | —       | —             | 29                           | 8       | 3             |
| 1.00                        | 16                     | 38      | —             | 9                            | 5       | 10            |
| 0.98                        | —                      | —       | —             | 24                           | 3.2     | 0.5           |
| 0.98                        | —                      | —       | —             | 8                            | 11      | 5             |
| 0.95                        | —                      | —       | —             | 12                           | 10      | 7             |
| 0.92                        | —                      | —       | —             | 5.3                          | 5.6     | 30            |
| 0.91                        | 10                     | 20      | 1             | 12                           | 3       | 4             |
| 0.79                        | 27                     | 7       | 1             | —                            | —       | —             |
| 0.72                        | 15                     | 12      | 1             | —                            | —       | —             |
| 0.71                        | 22                     | 10      | 1             | —                            | —       | —             |

Wir werden besonders hervorheben, dass die zwei Schemata der Spinell-führenden und der Spinell-freien Schmelzflüsse ausgezeichnet gut mit einander harmoniren; das Aluminat ist nämlich nur in denjenigen Fällen nachgewiesen worden, wo es nach dem Vergleich mit den übrigen Spinell-führenden Schlacken zu erwarten wäre, und andererseits fehlt der Spinell überall, wo er der Analogie zufolge fehlen musste.

Das hier erhaltene chemische Resultat ist in den grossen Zügen sehr leicht zu erklären: Die Kieselsäure hat in den  $SiO_2$ -reichen Schmelzmassen eine relativ grössere Kraft als in den  $SiO_2$ -armen nicht nur die  $RO$ -Basen, sondern auch die Thonerde fest zu halten, so in den  $SiO_2$ -reichen Schmelz-



flüssen wird das Auftreten der Thonerde als selbständiges Säure-Radical verhindert. — Je höher der Thonerdegehalt beträgt, je leichter kann sich ein Theil desselben von der Kieselsäure lostrennen, — und endlich je mehr von derjenigen Base,  $MgO$ , zu der die Thonerde eine relativ starke Affinität hat, vorhanden ist, je leichter geschieht die Individualisation des Aluminats.

Die Spinellbildung liefert uns somit ein sehr schönes Beispiel der chemischen Massenwirkungen im Schmelzfluss.

Den von Muirhead mitgetheilten Angaben zufolge scheint eine sehr hohe Temperatur die Spinellbildung etwas zu befördern, und eine ähnliche Wirkung wird wahrscheinlich auch durch eine bedeutende Dauer der Abkühlungszeit hervorgerufen. Diesen physikalischen Factoren ist jedoch, — wenn die Abkühlung nicht beinahe blitzschnell vor sich geht, — nur ein sekundärer Einfluss zuzuschreiben; im umgekehrten Falle würde sich nämlich die Spinellbildung in unseren Schmelzproducten, die bald etwas höher und bald etwas niedriger erhitzt worden sind, und deren Abkühlung bald etwas länger und bald etwas kürzer dauerte, nicht zu den soeben gefundenen einfachen chemischen Gesetzen zurückführen lassen.

Die quantitative Menge des ausgeschiedenen Spinells steigt ziemlich regelmässig mit dem wachsenden Basicitätsgrade (oder dem abnehmenden  $SiO_2$ -Gehalte) und mit den wachsenden  $Al_2O_3$ - und  $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalten des Magmas; dabei wird sie auch von den physikalischen Bedingungen etwas, obwohl nicht sehr viel, beeinflusst, und zwar in der Weise, dass eine sehr hohe Temperatur (und eine lange Dauer der Abkühlung?) die Ausscheidung des Spinells befördert. — Die Wirkung der Temperatur ergibt sich ganz einfach daher, dass wir exceptionel hohen Spinellmengen gerade in denjenigen Fällen (No. 206—208) begegnen, wo der Spinell, der hohen Temperatur wegen, etwas  $CaO$  aufge-

nommen hat. — Wäre die Spinellmenge ausschliesslich von den chemischen Factoren abhängig, würde sie sich in jedem einzelnen Falle von der Zusammensetzung des Magmas oder der Mutterlauge genau ableiten lassen; dies ist aber nicht der Fall. Den chemischen Factoren zufolge wäre in No. 210 mehr Spinell als in No. 153, ebenfalls in No. 209 und 211 mehr als in No. 208 zu erwarten, während wir in der That das umgekehrte Verhältniss finden. Die Unterschiede sind jedoch überall ziemlich klein, der modificirende Einfluss der Variationen in den physikalischen Bedingungen ist also nicht bedeutend.

---

**ZnO-Spinell.** — Wir gehen jetzt zum Studium einer Serie Schmelzmassen hinüber, wo *MgO* gänzlich oder zum Theil durch *ZnO*, im allgemeinen mit *FeO*, ersetzt worden ist.

Wie es früher von A. W. Stelzner (l. c.) nachgewiesen worden ist, scheidet sich in den Freiburger Blei-Ofenschlacken, die sich durch grosse Basicität, niedrige Thonerde- und ziemlich hohe Zinkoxyd-Gehalte auszeichnen, immer oder fast immer etwas Zinkspinell aus. Dasselbe Mineral habe ich selber später in mehreren anderen ebenfalls basischen Schmelzproducten angetroffen, nämlich in den Rohschlacken von Vigsnäs Kupferwerk, Norwegen (Schmelzung des Vigsnäs-Erzes, 1885) und von dem Kupfer-Blei-Werke zu Oker (bei dem «melirten» Schmelzen, 1884).

Die Characteristik des Minerals ist überall dieselbe: Es erscheint in ganz gut entwickelten, oft zonal aufgebauten<sup>1)</sup> Krystallen (Oktaëdern), mit starker Lichtbrechung, ohne merkbare Spaltbarkeit, nicht magnetisch; die Farbe ist, sowohl vor als nach der Behandlung mit *HCl* und *HFl* oder *KHO*, blaugrün oder violettblau (von Freiberg grünlich-

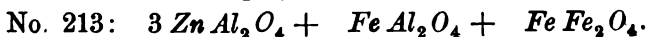
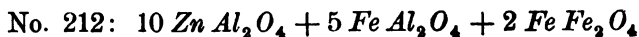
---

<sup>1)</sup> Cfr. unter «Magnetit» (Fig. 16).

blau, von Oker dunkel grünblau, von Vignäs intensiv violettblau<sup>1)</sup>, und die Krystalle erreichen ungefähr dieselbe Grösse wie der  $(Mg,Ca)O$ -Spinell in den Hohofenschlacken. Die Zinkspinelle der Freiburger- und Oker-Schlacken zeigen sehr oft eine perimorphe Entwicklung<sup>2)</sup> (cfr. Stelzner, l. c.). — Durch die Behandlung mit  $HCl$  und  $HFl$  oder  $KHO$  werden die übrigen Bestandtheile der Schlacken — Monosulfid, Magnetit, Fayalit und Glas, — gänzlich aufgelöst, der Spinell dagegen nicht in merkbarem Grade angegriffen. Die auf diesem Wege isolirte Spinellmenge beträgt in den Schlacken von Freiberg ca. 0.5 % (nach Stelzner) und in denjenigen von Vignäs und Oker resp. ca. 1.7—1.8 % und 3.5—3.7 %.

Zwei von Stelzner mitgetheilte Analysen des Zinkspinells aus den Freiburger-Schlacken ergaben:

|                             | No. 212 | No. 213 |
|-----------------------------|---------|---------|
| $ZnO$ . . .                 | 27.21   | 25.24   |
| $FeO$ . . .                 | 12.77   | 15.27   |
| $Fe_2O_3$ <sup>3)</sup> . . | 10.30   | 16.12   |
| $Al_2O_3$ . . .             | 50.55   | 43.36   |
| Summe                       | 100.83  | 99.99   |



<sup>1)</sup> Der in ziemlich reichlicher Menge vorhandene Spinell giebt dieser sonst von Magnetit und Fayalit dunkelgrau gefärbten Schlacke eine schwach violette Nuance.

<sup>2)</sup> Cfr. auch die Zeichnungen No. b und c, Fig. 16, aus der Oker-Schlacke; die von der Spinellhülle eingeschlossene Partei besteht aus Fayalit.

<sup>3)</sup> Ueber das Eisenoxyd der Schlacken sieh unter «Magnetit».

Die aus den Oker- und Vigsnäs-Schlacken isolirten Spinelle geben vor dem Löthrohre Reactionen auf Zink, Thonerde und Eisen.

In mineralogischer Beziehung sind die drei Schlacken einander sehr ähnlich, und zwar begegnen wir überall derselben Krystallisationsreihe, nämlich: 1) Monosulfid,  $RS$ , in reichlicher Menge (entsprechend ca. 1.5—2 %  $S$ );  $R = Zn, Fe$ ; das Monosulfid (gelb) der natürlichen Zinkblende entsprechend<sup>1)</sup>; — 2) Zinkspinell; — 3) Magnetit, ebenfalls ziemlich reichlich; — 4) Fayalit ( $FeO-ZnO$ -Fayalit, cfr. «Schlackenstudien, I». Seite 73—76)<sup>2)</sup> in sehr bedeutenden Mengen; — zum Schluss etwas Glas.

Die Krystallisationsbeziehungen zwischen dem Spinell und dem Magnetit werden wir am bequemsten unter «Magnetit» näher erörtern.

Um diejenigen chemischen oder chemisch-physikalischen Bedingungen, auf denen die Individualisation des Zinkspinells beruht, feststellen zu können, werden wir auch hier von den Zusammensetzungen der ganzen Schlackenmassen ausgehen.

[Hier die Tabelle an der nächsten Seite].

Ueber die Bestimmung der Eisenoxyd-Menge sieh unter «Magnetit».

Unsere drei Rohschlacken sind bei einer etwas niedrigeren Temperatur als die Spinell-führenden Hohofenschlacken gefallen, und die Abkühlung hat jedenfalls nicht länger, lieber kürzer gedauert. Diejenigen physikalischen Factoren, welche die Spinellbildung etwas befördern können, äussern sich somit noch stärker bei den Hohofenschlacken als bei den Rohschlacken. Unter Berücksichtigung dieses Momentes dürfen wir, nach der Analogie mit den  $MgO$ -haltenden, aber

<sup>1)</sup> Hiertüber in dem späteren Abschnitt «Monosulfid».

<sup>2)</sup> In einer ziemlich  $CaO$ -reichen Schlacke von Oker vielleicht auch etwas von einem eisenreichen Melilith, früher als Olivin ausgeschieden.

## Chemische Zusammensetzung der Schlacken:

|                     | Freiberg <sup>1)</sup><br>No. 214 | Vignäs <sup>2)</sup><br>No. 215 | Oker <sup>3)</sup><br>No. 216 |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| $SiO_2$ . . . . .   | ca. 25—30                         | ca. 35                          | 20—25                         |
| $Al_2O_3$ . . . . . | 1.3—4.3                           | ca. 4—7                         | 8—12                          |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 0.25—0.30                         | 0.6                             | 0.6—1                         |
| $FeO$ . . . . .     | 40—50                             | 40—45                           | 37—45                         |
| $ZnO$ . . . . .     | 10—18                             | ca. 5—8                         | 8—12                          |

(Rest etwas  $CaO$ ,  $MgO$ , ganz wenig Alkali,  $RS$ , usw.)

|                   |         |         |           |
|-------------------|---------|---------|-----------|
| Sauerstoffverh. . | 0.8—1.1 | 1—1.3   | 0.55—0.75 |
| % Zinkspinell .   | ca. 0.5 | 1.7—1.8 | 3.5—3.7   |

<sup>1)</sup> Cfr. No. 30 und 31; diese zwei neben 8 anderen Analysen (darunter No. 234, 237—239) derselben Schlacken, mir von der Muldener-Hütte bei Freiberg zur Verfügung gestellt, ergaben:

20.7—33.10 %, Mittel 25.4 %  $SiO_2$

1.31—4.38 %, — 3.3 %  $Al_2O_3$

9.00—18.55 %, — 14.0 %  $ZnO$ .

<sup>2)</sup> No. 73 ebenfalls von Vignäs, jedoch bei einer viel  $SiO_2$ -reicheren und  $ZnO$ -ärmeren Beschickung gefallen.

<sup>3)</sup> Cfr. Analyse von Bräuning, Die Unterharzer Hüttenprocesse, Zeits. f. d. Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im preuss. Staate. B. 25, 1877, Seite 151.

*ZnO*-freien Schmelzflüssen, die je nach den wechselnden chemischen Zusammensetzungen theils Spinell führen und theils nicht, unzweifelhaft den Schluss ziehen können, dass sich in No. 214—215 Spinell nicht individualisiren können hätte, falls die *ZnO*-Menge mit *MgO* vertauscht wäre<sup>1)</sup>. Weil auch nicht die Ausscheidung des Zinkspinells sich auf die *FeO*- und *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*-Gehalte zurückführen lässt, ergibt sich als das endliche Resultat, dass die Individualisation des Minerals auf einer relativ sehr starken Verwandtschaft zwischen *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* und *ZnO* beruht<sup>2)</sup>, und zwar äussert sich die chemische Massenwirkung im Schmelzfluss zwischen *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* und *ZnO* mit einer höheren Intensität als diejenige zwischen *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* und *MgO*.

In den Schlacken No. 218—220, die etwas, obwohl nicht viel *ZnO* führen, ist Zinkspinell nicht ausgeschieden worden; beim Vergleich lässt sich eine freilich sehr schwebende und breite Grenze über die Affinitätswirkungen zwischen *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* und *ZnO* aufziehen.

Der *Hercynit*, *FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>* = *FeO* . *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*, scheint sich nicht mit Leichtigkeit in Schmelzmassen individualisiren zu können; in den mehr oder weniger basischen und gleichzeitig *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*- und *FeO*-reichen Schlacken, die jedoch nicht *MgO* oder *ZnO* in nennenswerthen Mengen enthalten, z. B. No. 218, 219, 217, 220 usw. ist nämlich kein Spinellmineral zu entdecken.

**Magnetit.** — Der im Schmelzfluss ausgeschiedene Magnetit bildet bei schneller Abkühlung, im Gegensatz zu den

<sup>1)</sup> Die Schlacke von Oker, No. 216, ist so basisch und thonerdereich, dass Spinell sich vielleicht hier gebildet hätte, ob *MgO* statt *ZnO*.

<sup>2)</sup> Bekanntlich bildet sich *ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>* oder *(Zn, Fe) (Al<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>)O<sub>4</sub>* äusserst leicht, cfr. u. a. die Untersuchung von H. Schulze und A. Stelzner über die Umwandlung der Destillationsgefässe der Zinköfen in Zinkspinell usw.

Spinellen, im allgemeinen nicht fertig entwickelte und von Krystallflächen scharf begrenzte Krystalle, sondern entweder Krystallskelette, die nach den Hauptachsen des regulären Systems aufgebaut sind, und die sich oft durch ihre Grösse und ihren zarten und zierlichen Bau auszeichnen (cfr. z. B. Fig. 17, *b* dieser Arbeit und die Zeichnungen in Fr. Zirkel «Die mikrosk. Beschaffenheit d. Min. u. Gest.», 1873, Seite 244, G. Tschermak, «Lehrb. d. Min.» 1889, Fig. 216 und 217, «Schlackenstudien, I», Fig. 22 und 23, usw.), oder mehr oder weniger ründliche Körner, wo nur eine Andeutung zu der oktaëdrischen Begrenzung sich wahrnehmen lässt.

*Ueber die chemisch-physikalischen Bedingungen für die Bildung des Magnetits.* — Wie es schon a priori zu erwarten wäre, kann sich das Eisenoxyd in den *basischen* Schmelzmassen sehr leicht mit Eisenoxydul, zu  $Fe_3O_4$ , Magnetit, verbinden, während dagegen in den *sauren* Magmata das Eisenoxyd — wie auch die Thonerde — mit einer wachsenden Intensität von der Kieselsäure festgehalten wird; die Individualisation des Magnetits geschieht also hier bei weitem nicht so leicht wie in den  $SiO_2$ -ärmeren Magmata. — Um dies in der That zu bestätigen werden wir eine Serie Schmelzmassen (Rohschlacken) mit einer ganz kleinen  $Fe_2O_3$ -Menge und mit wechselnden  $SiO_2$ - und  $FeO$ -Gehalten näher untersuchen.

Die in  $HCl$  auflösliche  $Fe_2O_3$ -Menge, — also der in dem Magnetit oder in einer eventuellen Silikatverbindung, jedoch nicht der in einem möglich vorhandenen Spinell eingehende  $Fe_2O_3$ -Gehalt, — beträgt in den folgenden Schlacken zufolge einigen von mir ausgeführten Bestimmungen<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Zum Analysematerial wurden nur die centralen Theile der vom Ofen fliessenden Schlackenstrahle gewählt; eine Oxydation der Luft ist also ausgeschlossen. (An der Oberfläche der schmelzenden Schlackenmassen wird das Eisenoxydul, wenn es in sehr bedeut-

|                           | Kongsberg |          | Vigsnäs, Schmelzung von |                       | Freiberg  | Mansfeld |
|---------------------------|-----------|----------|-------------------------|-----------------------|-----------|----------|
|                           | Stivslag  | Tyndslag | Vigsnäs-Erz             | Vigsnäs & Huglerö-Erz | Bleischl. | Rohschl. |
|                           | No. 217   | No. 218  | No. 215                 | No. 73                | No. 214   | No. 220  |
| % $Fe_2O_3$ <sup>1)</sup> | 0.15      | 0.20     | 0.44                    | 0.15                  | 0.21      | 0.00     |

Hierzu wird betreffend die Freiburger- und Vigsnäs-Schlacken (No. 214 und 215) auch diejenige Eisenoxydmenge zu addiren, die zu der Constitution des Zinkspinells gehört; diese beträgt in dem ersten Falle ca. 0.05—0.10 % und in dem zweiten ca. 0.2 %, die totale Oxydmenge wird somit in diesen zwei Schmelzmassen resp. ca. 0.25—0.30 % und ca. 0.6 %.

ender Menge vorhanden ist, — und wenn dabei auch der  $SiO_2$ -Gehalt nicht zu hoch ist (?), — zum Theil zu Oxyd oxydirt; hierdurch entsteht jedoch nicht Magnetit, das Oxyd erscheint nämlich als eine äusserst dünne rothe Haut, der licht röthlichbraunen «Manganhaut» entsprechend). — Zu den Analysen wurden 1.5—3 gr., in einer  $CO_2$ -Atmosphäre, in  $HCl$  aufgelöst und später mit Zinnchlorür titirt. — Aus den Analysen wie auch aus den folgenden mikroskopischen Untersuchungen ergibt sich, dass das Eisenoxyd der Beschickung bei den gewöhnlichen Schachtofen-Processen zu Verschmelzung von Rohstein (Kongsberg, Vigsnäs, Röros), Blei (Freiberg) usw., im allgemeinen nicht durch und durch zu Oxydul reducirt wird. Dies tritt nur dann ein, wenn die ursprüngliche Oxydmenge sehr niedrig, oder wenn das Reductionsvermögen des Ofens ausserordentlich hoch ist (wie es z. B. mit den Mansfelder-Oefen der Fall ist).

<sup>1)</sup> Andere mir bekannte  $Fe_2O_3$ -Bestimmungen in entsprechenden Schlacken ergeben:

|                     | Bleischlacke von Przibram                         | Rohschlacken von Fahlun                         |       |
|---------------------|---|---|-------|
| $SiO_2$ . . . . .   | 28.10   | 47.91   | 21.00 |
| $FeO$ . . . . .     | 47.14   | 39.30   | 69.05 |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 0.51  | 1.33  | 1.38  |
|                     | Mrázek, Berg- und hüttenm. Zeit. 1864, Seite 315. | Jernkontorets Annaler, 1869, Seite 338 und 346. |       |



## Zusammensetzung einiger Rohschlacken.

|  | Kongsberg                     |                             | Vignäs                                   |   | Freiberg | Oker      | Roros                       | Mansfeld        |
|--|-------------------------------|-----------------------------|--|---|----------|-----------|-----------------------------|-----------------|
|  | No. 217                       | No. 218                     | No. 73                                   | No. 215                                     | No. 214  | No. 216   | No. 219                     | No. 220         |
| $SiO_2$ . . . . .                        | 47—51                         | 31—35                       | 48                                       | 35  | 25—30    | 20—25     | 36                          | 48—50           |
| $Al_2O_3$ . . . . .                      | 13—18                         | 6—9                         | 4  | 4—7   | 1.3—4.3  | 8—12      | 5                           | 15—18           |
| $Fe_2O_3$ . . . . .                      | 0.15                          | 0.20                        | 0.15                                     | 0.6   | 0.25—0.3 | (0.6—1)   | (0.6—1)                     | 0.00            |
| $FeO$ . . . . .                          | ca. 20                        | 43—50                       | 30                                       | 40—45                                       | 40—50    | 37—45     | 45—50                       | 20              |
| $ZnO$ . . . . .                          |                               |                             |  | 5—8   | 10—18    | 8—12      | ca. 0.5                     | 1—3             |
| $CaO$ . . . . .                          | 7—8                           | 6—8                         | 12                                       | } etwas                                     | 3—4      | } etwas   | 1—2                         | 20              |
| $MgO$ . . . . .                          | 3—5                           | 1—3                         | 1  |   | 1        |           | 2—4                         | 3—4             |
| Rest etwas Alkali, $R_2S$ , $PbO$ , usw. |                               |                             |  |   |          |           |                             |                 |
| Sauerstoffverh.                          | 1.55—1.7                      | 1.0—1.1                     | 2.1                                      | 1—1.3                                       | 0.8—1.1  | 0.55—0.75 | 1.25                        | 1.6—1.7         |
|  | $Fe_2O_3$ an $SiO_2$ gebunden | 1) Magnetit.<br>2) Fayalit. | $Fe_2O_3$ an $SiO_2$ gebunden.<br>Augit. | 1) Zinkspinell. 2) Magnetit.<br>3) Fayalit. |          |           | 1) Magnetit.<br>2) Fayalit. | Augit.<br>Glas. |

In den  $FeO$ -reichen und gleichzeitig mässig basischen Schmelzmassen, mit Sauerstoffverh. höchstens etwa 1.3—1.4, z. B. in den Schlacken von Freiberg, Oker, Røros (No. 214, 216, 219), den zwei am meisten basischen Schlacken von Kongsberg und Vigsnäs (No. 218, 215) wie auch in einigen entsprechenden von Kragerø Nickelwerk, Fahlun, Stollberg, Mechernich usw. hat sich überall die kleine Eisenoxydmenge mit Eisenoxydul vereinigt, und die Verbindung ist als Magnetit auskrystallisirt. Dies wird in den mikroskopischen Präparaten durch die schwarze Farbe, den metallischen Glanz und den früher erwähnten skelettförmigen Aufbau characterisirt; weil aber gelegentlich eine Verwechslung mit dem ebenfalls schwarzen und metallisch glänzenden Eisenmonosulfid vermuthet werden könnte, ist die endliche Bestimmung durch eine Untersuchung auf die magnetische Eigenschaft des Minerals ausgeführt worden. — Das fein zerriebene Pulver der vorliegenden Schlacken lässt sich mit einem Magnetstabe in einen stark magnetischen, ganz eisenschwarzen<sup>1)</sup> und in einen nicht oder nur ganz schwach magnetischen, lichtgrauen Theil trennen; der letztere besteht aus Fayalit, Glas usw., der erstere dagegen aus Magnetit mit Beimischungen der übrigen Bestandtheile<sup>2)</sup>.

Gehen wir andrerseits zu einigen  $SiO_2$ -reicheren Schmelzmassen mit ungefähr denselben kleinen  $Fe_2O_3$ -Gehalten wie in den früheren Fällen hinüber, z. B. zu den Schlacken No. 217 und 73, — die alle beide aus Augit mit etwas Glas

---

<sup>1)</sup> Die schwarze Farbe der gewöhnlichen Rohschlacken wird durch den kleinen Gehalt an Magnetit, gelegentlich auch durch denjenigen an Eisenmonosulfid ( $FeS$ ), bedingt.

<sup>2)</sup> Der Sicherheit wegen wurde der magnetische Theil der Freibergerschlacke an  $Fe_2O_3$  geprüft; die Untersuchung (Titration mit Zinnchlorür) gab genau 4.00 %  $Fe_2O_3$ . — Weil die Mineralien sehr fein mit einander gemengt sind, lässt sich die Separation des Magnetits nach der angegebenen, ziemlich rohen Methode nicht weiter treiben.

bestehen, — finden wir bei der mikroskopischen Untersuchung keine schwarzen Körner, die als Magnetit bestimmt werden können; weil auch kein magnetischer Theil sich mit dem Magnetstabe aus dem Schlackenpulver ausziehen lässt, dürfen wir den Schluss ziehen, dass der Magnetit hier gänzlich fehlt; der kleine  $Fe_2O_3$ -Gehalt muss also in einer Silikatverbindung — in dem ausgeschiedenen Augit oder im Glase — stecken. Die zwei letzteren Schlacken sind nicht schneller, lieber etwas langsamer als die ersteren, mehr basischen Schmelzproducte abgekühlt worden; die Ursache des verschiedenen Auftretens des Eisenoxyds muss also auf den chemischen Unterschieden der Magmata beruhen.

Es ergibt sich somit als generelles Resultat, dass ein kleiner Eisenoxydgehalt in Bisilikatschmelzmassen bei schneller Abkühlung von der Kieselsäure gebunden werden kann, während dagegen das Eisenoxyd in entsprechenden Singulosilikat-Schmelzmassen sich gänzlich oder theilweise mit Eisenoxydul zu Magnetit vereinigt. — Bei den mineral-synthetischen Experimenten ist Magnetit oftmals in ziemlich  $SiO_2$ -reichen Schmelzproducten nachgewiesen worden; dies zeigt, dass das Eisenoxyd, — wenn es in grösseren Quantitäten vorhanden ist, und wenn die Abkühlung ziemlich lange dauert, — selbst in ziemlich sauren Schmelzmassen Magnetit bilden kann.

*Ueber die Krystallisationszeit des Magnetits.*

*Magnetit und Zinkspinell.* — In unseren Zinkspinell- und Magnetit-führenden Schlacken von Freiberg, Vignäs und Oker bildet der Magnetit bald selbständige Individuen, die sich oft haufenweise um ein im Centrum liegendes Spinelloktaëder herumschaaren, und die auch oft an dem Spinell angewachsen sind; bald beobachtet man eine gesetzmässige zonale Zusammenwachsung zwischen den zwei Mineralien, indem der Zinkspinell den zuerst gebildeten oktaëdrischen Kern und der Magnetit die periferischen Theile der Ge-

sammtindividuen bildet. In den Schlacken No. 214 und 216 wo der Spinell selber oft aus etwas verschieden gefärbten, also verschieden chemisch constituirten Zonen zusammengesetzt ist (Fig. 16, a)<sup>1)</sup>, besteht die äussere Zone der Gesamtindividuen oftmals aus einem schwarzen, völlig undurchsichtigen und metallisch glänzenden Mineral (Fig. 16, d), das durch die Behandlung mit *HCl* und *HF* aufgelöst wird, und das folglich als Magnetit zu bestimmen ist. — In No. 215 bildet der Spinell an vielen Stellen das Centrum der aus Magnetit bestehenden schwarzen Krystallskelette (Fig 16, e): zuerst sind hier die von Oktaëderflächen scharf begrenzten Spinelle ausgeschieden worden, später hat sich Magnetitsubstanz in skelettförmigem Aufbau, mit Beibehaltung der krystallographischen Achsen, an den Seitenkanten und besonders an den Ecken der Oktaëder abgesetzt.

Diesen Untersuchungen zufolge ist es somit unzweifelhaft, dass der Magnetit sich im Schmelzfluss auf einem späteren Stadium als der Spinell individualisirt.

*Magnetit und Silikatmineral (Olivin oder Fayalit).* — Die Krystallisationszeit des Magnetits in Relation zu derjenigen des Olivins oder des Fayalits wechselt, wie wir es durch eine Serie Beispiele näher erleuchten werden, je nach den verschiedenen chemisch-physikalischen Bedingungen ziemlich stark.

*Zuerst Magnetit, später Olivin.* — In einer Spurschlacke von Mansfeld, die in chemischer Beziehung als ein stark basisches *FeO*-Silikat mit einigen Procent *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* bezeichnet werden kann, liegt der in grossen, scharf krystallographisch begrenzten Krystallen und Krystallskeletten ausgeschiedene Magnetit<sup>2)</sup> immer mit idiomorpher Contur in den ebenfalls

<sup>1)</sup> Die Oktaëder sind hier im Querschnitt gezeichnet.

<sup>2)</sup> Im Centrum der Magnetitkrystalle finden sich sehr oft einige mechanisch mitgerissene Kügelchen von Kupferstein eingeschlossen, d: das zuerst ausgeschiedene Mineral hat sich auf die feste, in dem Schmelzfluss frei herumschwimmende Substanz abgesetzt.

grossen Olivinen eingeschlossen (siehe Fig. 17, a); die Bildung des Magnetits war also hier gänzlich abgeschlossen, ehe der Olivin sich auszusondern anfang.

Ebenfalls in einer aus 30.05 %  $\text{SiO}_2$ , 53.16 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 17.35 %  $\text{FeO}$  und 0.16 %  $\text{MnO}$  (Analyse No. 221)<sup>1)</sup> bestehenden Schlacke<sup>2)</sup> von Ankerström, wo zuerst Magnetit in bedeutenden Mengen, dann ein nicht zu bestimmendes Mineral<sup>3)</sup> und zum Schluss Fayalit gebildet worden ist.

*Magnetit und Olivin gleichzeitig* — Dies ist an den Rohschlacken und ähnlichen Schmelzmassen der übligste Fall; die Magnetitkrystalle liegen theils in den Olivinen eingeschlossen, theils, oft sogar grösstentheils, erscheinen sie im Glase zwischen den Individuen des Silikatminerals. — Gelegentlich lässt sich in den centralen Theilen der grossen Olivinkrystalle kein Magnetit nachweisen, während dagegen diese in den periferischen Zonen reichlich vorhanden sind (Fig. 17, b), c: anfangs ist nur Olivin ausgeschieden worden, dann hat sich der Magnetit auszusondern begonnen und gleichzeitig sind die Olivine fortgewachsen. In diesen Fällen erscheint der grösste Theil des Magnetits in dem Glase (Basis), die Ausscheidung des Magnetits hat also noch länger gedauert als diejenige des Olivins.

*Zuerst Olivin, später Magnetit.* — In der Schlackenmasse No. 1 (Seite 11) ist zuerst etwa 80 % der ganzen Masse als  $(\text{Ca}, \text{Fe})\text{O}$ -Olivin, in sehr grossen, messbaren Krystallen, die nirgends etwas Magnetit enthalten, ausgeschieden worden; auf dem nächsten Stadium ist die Individualisation des

<sup>1)</sup> Analyse von L. M. Ottelin (Ankerström, Schweden).

<sup>2)</sup> Diese hatte sich als stalaktitische Massen in den Regeneratorkammern eines Martinofens abgesetzt.

<sup>3)</sup> Dies erscheint in dünnen Tafeln, mit Auslöschung  $\neq$  der Längsrichtung; ganz niedrige Interferenzfarben; opt. einachsige; Krystallsystem tetragonal. — Das Mineral ( $\text{FeO}_2$ - oder  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - und  $\text{FeO}$ -Silikat) entspricht keinem bis jetzt in der Natur gefundenen Mineral; vielleicht ist es ein  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{FeO}$ -Melilith(?).

Magnetits angefangen (Fig. 17, c), gleichzeitig hat sich auch ein wenig Olivin auf die schon existirenden grossen Olivinkrystalle, die überall ihre idiomorphe Contur behalten, abgesetzt. — Die Zwischenmasse zwischen den grossen Olivinkrystallen besteht aus einem stark gelben, also  $Fe_2O_3$ -reichen Melilith<sup>1)</sup>, der bedeutende Mengen von Magnetit umschliesst; die Bildung des Magnetits hat also auch nach der Individualisation des Olivins der zweiten Generation gedauert.

Auch in einigen anderen Schlacken lässt sich die Bildung des Magnetits, nachdem die Olivinkrystalle schon fertig entwickelt waren, constatiren.

Also kurz: In einigen Schmelzmassen hat die Bildung des Magnetits gänzlich vor derjenigen des Olivins stattgefunden; — in anderen sind alle beide Mineralien gleichzeitig ausgeschieden worden; — wiederum in anderen ist der Krystallisationsprocess mit der Aussonderung von etwas Olivin eingeleitet worden, und die Bildung des Magnetits hat zuerst während des weiteren Wachstums der Olivine begonnen; — endlich giebt es auch Fälle, wo die Individualisation der Olivine gänzlich zu Ende gebracht war, ehe Magnetit sich zu constituiren anfang.

Die physikalischen Bedingungen bei der Erstarrung sind in sämtlichen Fällen ziemlich genau dieselben gewesen; die Schmelzmassen sind zu etwa 1100—1400° erhitzt worden, und die Abkühlung hat ungefähr eine oder ein Paar Stunden gedauert. — Die vielen Variationen in der soeben beschriebenen Krystallisationsreihe beruhen somit nicht auf irgend welchen bedeutenden Veränderungen der physikalischen

---

<sup>1)</sup> Opt. einachsigt und negativ; tetragonal; niedrige Interferenzfarben; etwas pleochroitisch.

Verhältnisse bei der Abkühlung, sondern lassen sich auf ziemlich kleine Unterschiede von chemischer oder physikalisch-chemischer Natur zurückführen. — Diese näher festzustellen ist leider, aus Mangel an genügenden Beobachtungen, auf dem jetzigen Stadium nicht möglich; nur werden wir ein Moment hervorheben, das vielleicht eine wichtige Rolle spielen möchte: Die Individualisation des Magnetits — wie auch der Spinelle — beruht hauptsächlich auf einer chemischen Massenwirkung der constituirenden Bestandtheile; wenn daher die procentischen Mengen der activen Basen in der Mutterlauge durch die Aussonderung eines Minerals, welches die betreffenden Bestandtheile nur in relativ spärlicher Menge enthält, zu der nöthigen Höhe hinaufsteigen, dürfen die chemischen Bedingungen für die Bildung des Magnetits eintreten. Zwar nimmt der Olivin keine Spur Eisenoxyd in sich hinauf; der Eisenoxyd-Gehalt der Mutterlauge wird somit Schritt für Schritt wachsen, je mehr von dem Olivin constituirt wird. — Diejenigen unserer Schmelzmassen, in welchen Magnetit früher als der Olivin ausgeschieden worden ist, zeichnen sich durch bedeutende Gehalte an  $Fe_2O_3$  aus, während dagegen das Oxyd in denjenigen Fällen, wo der Magnetit auf einem sehr späten Stadium gebildet worden ist, nur spärlich vorhanden ist. Es scheint somit, dass dem erwähnten Moment eine nicht unwesentliche Bedeutung zugeschrieben werden muss.

Eine neue Generation von Magnetit würde, der obigen Erörterung zufolge, besonders in denjenigen Stadien zu erwarten sein, wo die Mutterlauge durch die Aussonderung eines Minerals, (z. B. Plagioklas, Augit), das nur relativ wenig  $Fe_2O_3$  und  $FeO$  enthält, und das eine höhere Basicität als das Magma zeigt, gleichzeitig sowohl reicher an  $Fe_2O_3$  und  $FeO$  als auch mehr basisch geworden ist.

**Hausmannit** ( $Mn_3O_4$ ) und **Manganoferrit** [ $(Fe,Mn)_3O_4$ ]. — Zuzolge einigen Untersuchungen von Bourgeois<sup>1)</sup> krystallisirt der Hausmannit sehr leicht im Schmelzfluss; er bildet Krystallskelette, die nach der c-Achse und den zwei a-Achsen aufgebaut sind, und die somit den bekannten Skeletten des Magnetits ziemlich genau entsprechen.

In mehreren mässig basischen Martin- und Bessemer-Schlacken, die kurz als  $(Mn,Fe)O$ -Silikate mit etwas  $(Fe,Mn)_2O_3$  bezeichnet werden können (sieh No. 29, 116—119), beobachtet man u. d. M. eine Menge schwärzlich brauner, undurchsichtigen Krystallskelette von genau derselben Form wie diejenigen des Magnetits und Hausmannits. Mit Rücksicht auf das Aufbaugesetz, die Farbe und die chemische Zusammensetzung der Schmelzmasse dürfen wir den Schluss ziehen, dass sie aus  $(Mn,Fe)_3O_4$  bestehen; ob sie aber regulär, wie Magnetit, oder tetragonal, wie Hausmannit, mit einem beinahe regulären Achsensystem, krystallisiren, lässt sich nicht entscheiden. — Die Bildungszeit des Minerals ist, ganz wie es mit dem Magnetit der Fall ist, in den verschiedenen Schlacken etwas variabel; bisweilen ist es früher als das zuerst krystallisirende Silikatmineral (Rhodonit oder Tephroit) ausgeschieden, bisweilen später.

In einer von B. Kosmann (l. c.) untersuchten Puddelschlacke, — die aus 24.04 %  $SiO_2$ , 7.86 %  $Fe_2O_3$ , 50.26 %  $FeO$ , 8.10 %  $MnO$ , 0.16 %  $Mn_3O_4$  (oder  $Mn_2O_3$ ), Rest  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $P_2O_5$  usw. bestand, — enthielt der auf chemischem Wege isolirte Magnetit, dessen Menge 5.99 % der ganzen Schlackenmasse betrug, ganz wenig, nämlich auf hundert Theilen Magnetit nur ca. 2.5 % Manganoxyd (als  $Mn_3O_4$  berechnet); der Mangan Gehalt wurde also nicht in dem sich ausscheidenden Magnetitmineral concentrirt.

---

<sup>1)</sup> Thèses etc. Paris, 1883.



$CaFe_2O_4$ . — Einigen von I. Percy<sup>1)</sup> und H. Tholander<sup>2)</sup> ausgeführten Versuchen zufolge vereinigen sich  $Fe_2O_3$  und  $CaO$  im Schmelzfluss, wenn sie in dem stöchiometrischen Verhältniss gemischt sind, sehr leicht mit einander zu einer ziemlich leichtschmelzbaren Verbindung (Schmelztemp. ca.  $1100^\circ$ ), die bei der Abkühlung grosse, blatt- und nadelförmige Krystalle bildet. Das erhaltene Mineral, das sich jahrelang in der Luft ohne Zerfallen halten kann<sup>3)</sup>, ist dunkel rothbraun und schwach durchsichtig, mit rother Farbe; der Form der Krystalle zufolge krystallisirt es nicht regulär, geht also nicht als Glied der Spinellgruppe hinein<sup>4)</sup>.

Die Verbindung wird leicht individualisirt, wenn  $Fe_2O_3$  und  $CaO$ , ohne Gegenwart fremder Säuren und Basen, zusammengeschmolzen werden; in Silikat-Magmata dagegen scheint das Mineral nicht zu krystallisiren, wahrscheinlich weil die Affinität zwischen  $Fe_2O_3$  und  $CaO$  in Relation zu derjenigen zwischen diesen zwei und  $SiO_2$  nur ganz gering ist.

Aus den soeben zusammengestellten Thatsachen ergibt sich, dass  $Al_2O_3$  in den Silikat-Schmelzflüssen unter den verschiedenen  $RO$ -Basen am leichtesten sich mit  $ZnO$ , dann mit  $MgO$ ,  $(Fe, Mn)O$  und zum Schluss mit  $CaO$  zu Spinell

<sup>1)</sup> Percy, Metallurgy, 1st part, Seite 43, und Philosophical Magazine, 1873.

<sup>2)</sup> Jernkontorets Annaler, 1874, Seite 102—105.

<sup>3)</sup> Dies kann ich selber bestätigen, indem ich in 1886 in London die von Percy in den Fünfzigerjahren dargestellten Schmelzproducten durchmustert habe.

<sup>4)</sup> Die Verbindungsform  $R(R_a)O_4$  ist dimorph, indem Chrysoberyll [ $R = Be$ ,  $(R_a) = Al_{\frac{1}{2}}, Fe_{\frac{1}{2}}$ ] rhombisch krystallisirt. — In der That glaubt H. Bauerman (The journal of the Iron and Steel institute, 1887, I, Seite 234—235) aus einigen Messungen, die W. H. Miller an den von Percy dargestellten Calciferit-Krystallen ausgeführt hat, den Schluss ziehen zu können, dass  $CaFe_2O_4$  zu derselben Mineralgruppe wie Diaspor, Chrysoberyll, Göthit und Manganit gehört.

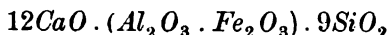
vereinigt;  $Fe_2O_3$  verbindet sich vorzugsweise mit  $FeO$ , weniger leicht mit  $MnO$ , und  $Mn_2O_3$  geht wahrscheinlich am leichtesten mit  $MnO$  in Verbindung ein.

Die zwei isomorphen Mineralien Spinell und Magnetit krystallisiren jedes für sich, jedoch kann der Spinell etwas  $FeFe_2O_4$  (cfr. die Analysen No. 212—213), andererseits wohl auch der Magnetit etwas  $Al_2O_3$ , aufnehmen.

**Eisenglanz**<sup>1)</sup> (*Eisenglimmer*). In den mir zur Disposition stehenden Schlacken und anderen Schmelzproducten ist der Eisenglanz nie zu entdecken; um die Bedingungen für die Ausscheidung des Minerals in den Silikat-Magmata angeben zu können müssen wir deswegen unsere Zuflucht zu den Untersuchungen anderer Forscher nehmen.

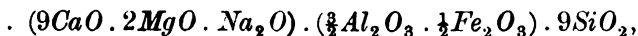
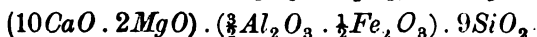
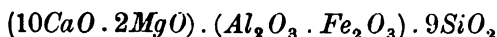
In ihren epochemachenden Arbeiten erwähnen F. Fouqué und Michel Lévy mehrmals Eisenglanz in den von ihnen dargestellten Schmelzproducten erhalten zu haben; die chemischen Zusammensetzungen der Magmata sind jedoch nicht genau mitgetheilt.

Eine ganz gute Erläuterung geben einige von Bourgeois (l. c.) ausgeführte Schmelzversuche über die Darstellung der eisenführenden Melilithe und Gehlenite. — In der Schmelzmasse



haben sich zuerst einige Procent Eisenglanz, — in rothen, durchsichtigen, halbmétallisch glänzenden, hexagonal begrenzten Blättern, — ausgeschieden; später ist ein Melilith und ein anderes Silikat-Mineral gebildet worden.

Bei den Gemischen:



<sup>1)</sup> Ueber die Bildung durch Sublimation usw. cfr. die früher angegebenen Uebersichtsarbeiten.

wo die Individualisation des Meliliths, wegen der Gehalte von  $MgO$  und  $Na_2O$ , viel leichter vor sich geht, ist das Eisenoxyd dagegen überall von dem sich ausscheidenden Silikat-Mineral aufgenommen worden; freies  $Fe_2O_3$ , als Eisenglanz, ist somit hier nicht zu beobachten.

Bei einer Umschmelzung von Natronglimmer finden wir, einem Versuche von Hautefeuille zufolge, die folgende Krystallisationsserie: 1) Eisenglanz (ca. 3 % der ganzen Masse) und Magnetit (ca. 1 %), und 2)  $Fe_2O_3$ -reicher, gelber Melilith, — also wiederum Eisenglanz in einer basischen,  $CaO$ -reichen und an  $FeO$  ziemlich armen Schmelzmasse.

In seiner Arbeit «Zur Synthese des Pyroxens»<sup>1)</sup> erwähnt C. Doelter, dass sich in der Schmelzmasse

|         |           |           |       |       |       |
|---------|-----------|-----------|-------|-------|-------|
| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ |
| 42.6    | 4.0       | 18.1      | 3.6   | 19.4  | 12.3  |

Eisenglanz, Magnetit und Augit gebildet haben; in einem etwa entsprechenden Magma, mit ca. 14 %  $FeO$  gegen ca. 4 %  $Fe_2O_3$ , dagegen fehlt der Eisenglanz.

Insofern mir aus der Literatur bekannt, ist Eisenglanz nie in stark  $SiO_2$ -reichen Schmelzflüssen, mit den übrigen Basen, nachgewiesen worden.

In den Eisenfrischschlacken, Puddelschlacken, Schweiss-ofenschlacken usw., die hauptsächlich aus  $SiO_2$ ,  $FeO$  und  $Fe_2O_3$  bestehen und zwar in den Verhältnissen

ca. 4—12 %  $Fe_2O_3$ , 55—75 %  $FeO$ , 8—30 %  $SiO_2$ ,

ist der Eisenglanz, einer Reihe mikroskopischer Untersuchungen zufolge, nie zur Entwicklung gekommen, im Gegentheil, es hat sich immer zuerst Magnetit und später Fayalit usw. gebildet. Eben so wenig finden wir den Eisenglanz in den  $Fe_2O_3$ -führenden Rohschlacken.

In der Schlacke No. 221, die nicht weniger als ca. 53 %  $Fe_2O_3$  enthält, hätte ich ursprünglich Eisenglanz erwartet;

<sup>1)</sup> Neues Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1884, II.

auch hier ist jedoch zuerst Magnetit in sehr bedeutenden Mengen (30—50 % der ganzen Masse) gebildet worden, später ein nicht zu bestimmendes Mineral und zum Schluss Fayalit.

---

Diesen Untersuchungen zufolge dürfen wir die Schlüsse ziehen, dass das Eisenoxyd sich nie frei aussondert, wenn die Schmelzmassen Eisenoxydul in so reichlichen Mengen führen, dass der ganze Oxydgehalt zu der Bildung von Magnetit consumirt werden kann; weiter wird das Oxyd in den stark  $\text{SiO}_2$ -reichen Schmelzflüssen von der Kieselsäure gebunden und geht in die sich ausscheidenden Silikat-Mineralien hinein oder bleibt im Glase steckend. Nur in den basischen Schmelzmassen, die ziemlich wenig  $\text{FeO}$  enthalten, und wo die sich individualisirenden Silikate gar nicht oder nur ziemlich wenig Eisenoxyd mitnehmen, ist somit die Ausscheidung des Oxydes in freiem Zustande, als Eisenglanz, zu erwarten.

---

**Korund.** — Die Untersuchungen über die chemischen Bedingungen für die Bildung der Spinelle und des Magnetits haben uns gezeigt, dass die Thonerde mit einer bedeutend höheren Intensität als das Eisenoxyd von der Kieselsäure festgehalten wird; in den sauren Schmelzflüssen kann sich die Thonerde nicht frei aussondern, und in den basischen wird sie, bei überwiegend viel  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$  usw., zum Theil zu der Bildung von Spinell und bei überwiegend viel  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  usw. zu der Bildung von Melilith, Gehlenit, Granat, Plagioklas, Glimmer, Nephelin usw. consumirt.

Es scheint somit, dass die freie Ausscheidung der Thonerde als ein selbständiges Mineral, Korund, in den gewöhnlichen, aus  $\text{SiO}_2$  mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  usw. bestehenden Schmelzflüssen, der herr-

schen Affinitätskräften zufolge, nicht stattfinden kann. — Dieser Schluss wird in der That insofern bestätigt, als der Korund in unseren Schmelzmassen, selbst in den am meisten basischen und gleichzeitig thonerdereichsten (z. B. No. 161—165, 176—177, 206—211), immer gänzlich fehlt; auch ist das Mineral in entsprechenden Magmata von anderen Forschern nie nachgewiesen worden.

Dagegen mag es zu erwarten sein, dass der Korund sich in denjenigen stark basischen Schmelzflüssen ausscheiden kann, wo die chemischen Verwandtschaften, wegen der Einführung neuer Basen, sich in einer ganz anderen Weise gestalten. Zwar hat auch Frémy und Feil<sup>1)</sup> unser Mineral in einem stark basischen  $PbO \cdot Al_2O_3$ -Silikat erhalten: zuerst wurde  $PbO$  und  $Al_2O_3$  zusammengeschmolzen und später etwas  $SiO_2$  (aus den Tiegelwänden) zugesetzt;  $SiO_2$  hat eine sehr hohe Affinität zu  $PbO$ , das ursprünglich gebildete Bleialuminat wurde somit zerlegt, und weil die Kieselsäure in so spärlicher Menge vorhanden war, dass sie nicht daneben auch die Thonerde festhalten konnte, musste sich diese frei aussondern.

#### Ueber die Eigenschaft der Thonerde-Ueberschüsse die Ausscheidung der Silikatmineralien zu verzögern.

Schon in «Schlackenstudien, I» (Seite 168—177) ist nachgewiesen worden, dass mässig bedeutende Thonerdegehalte die Krystallisation der in der betreffenden Arbeit besprochenen Silikatmineralien (Glieder der Olivin-, Pyroxen- und Melilithgruppen usw.) sehr stark verzögern. Weil diese Eigenschaft in theoretischer Beziehung ein nicht unwesentliches Interesse für die allgemeine Erkenntniss der Gesetze der Mineralbildung wie auch für ein genaueres Studium der Gläser und der Glasbasis der Eruptivgesteine abgeben kann,

<sup>1)</sup> Comptes rendus. t. LXXXV, 1877. Seite 1029.

und sie in practischer Beziehung zur Kenntniss der Schlacken und der Glastechnik beiträgt, werden wir die Erscheinung durch eine Serie Thatsachen erleuchten, und zwar werden wir zuerst den Einfluss der mässig niedrigen Thonerde-Ueberschüsse bei einer sehr schnellen Abkühlung und später die Wirkung der niedrigen und höheren Thonerdegehalte bei einer etwas langsameren Abkühlung näher nachforschen.

Die Untersuchung der Åkerman'schen Schmelzproducte hat uns ergeben, dass diejenigen Silikatmineralien, in denen die Thonerde nicht als ein unentbehrlicher Bestandtheil der Constitution gehört, — nämlich Olivin, die verschiedenen Pyroxene, das hexagonale Kalkbisilikat, Åkermanit, — nur eine Krystallisationszeit von einigen, etwa 2—5 Minuten gebrauchen um Individuen von einer erstaunenden Grösse zu bilden, dies jedoch unter der Voraussetzung, dass die Krystallisation in thonerdefreien Magmata stattfindet, und dabei auch, dass die chemische Zusammensetzung der Schmelzflüsse nicht zu weit von derjenigen des betreffenden Minerals abweicht. — Wenn dagegen, unter Beibehaltung von demselben Basicitätsgrade und derselben Relation zwischen den verschiedenen RO-Basen, einige kleine Thonerdegehalte dem Schmelzflusse zugeführt werden, sinkt die Grösse der Individuen, unter Voraussetzung derselben Dauer der Abkühlung, stets mehr und mehr herab und ein immer zunehmender Theil des Magmas erstarrt als Glas, — und bei noch höheren Thonerdegehalten wird die Krystallisation der Mineralien gänzlich gehemmt; man bekommt ein reines Glas<sup>1)</sup>, ohne irgend welche krystallinischen Aussonderungen<sup>2)</sup>. — Die Schmelzproducte der Åkerman'schen Versuche

---

<sup>1)</sup> Auf diese Thatsache macht schon R. Åkerman, nach einer makroskopischen Betrachtung der Schmelzproducte, in seiner Abhandlung aufmerksam.

<sup>2)</sup> In den basischen und MgO-reichen Magmata kann sich jedoch Spinell individualisiren.

eignen sich ganz besonders zu dem Studium über den Einfluss der chemischen Factoren auf die Bildungszeit der Mineralien, weil die Abkühlung immer unter identischen physikalischen Bedingungen stattfand.

*Hexagonales Kalksilikat*,  $\text{Ca SiO}_3$  oder  $(\text{Ca Mg, Mn, Fe})\text{SiO}_3$ .

Bisilikate ohne  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oder richtiger mit 0.4—0.5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):

| No. XXII                              | No. CXC   | No. XXVI  |
|---------------------------------------|-----------|-----------|
| $\text{CaO} : \text{MgO} = 9.5 : 0.5$ | 8.6 : 1.4 | 8.0 : 2.0 |

Die Grösse der Individuen des hexagonalen Kalksilikats der im Tiegel, bei einer Dauer der Abkühlung zu 100° herab von höchstens einer Stunde, erstarrten Proben beträgt ca. 0.5—1.0 mm. (Länge der Krystalle,  $\neq$  OP geschliffen). — In No. XXVI eine Spur von Glas, in den zwei übrigen dagegen nicht.

Bisilikate mit  $\text{CaO}$  als Hauptbase ( $\text{CaO} : \text{MgO} = 9.5 : 0.5$ ) und dabei etwas  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :

No. CCI, mit 2.75 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; ebenfalls im Tiegel erstarrt. Ca.  $\frac{2}{3}$  Mineral (Grösse der Individuen ca. 0.3—0.6 mm.) und  $\frac{1}{3}$  Glas.

No. CCII, mit 6.17 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , aus dem Tiegel: Höchstens ca. 5 % krystallinischer Aussonderungen, nämlich das hexagonale Kalkbisilikat (Grösse der Individuen ca. 0.2—0.6 mm.) in sphärolithischen Aggregaten; Rest reines Glas.

Bei noch höheren Thonerdegehalten (resp. 8.95, 10.54, 13.22, 15.38, 17.97, 19.98 und 22.50 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) erstarren die Schmelzproducte, unter Voraussetzung derselben Dauer der Abkühlung, zu reinen Gläsern, ohne Spur irgend welcher krystallinischen Aussonderungen.

Eine ganz analoge Serie geben uns auch die 2.5-Silikate mit  $\text{CaO}$  als vorherrschender Base. Bei 0.4 und 2.39 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  finden wir das hexagonale Kalkbisilikat ausgeschieden, bei höheren Gehalten (resp. 6.30, 7.88, 9.24 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  usw.)

dagegen sind die Schmelzmassen als Glas erstarrt. — Ebenso bei den 1.5-Silikaten mit  $\text{CaO}$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in wechselnden Verhältnissen.

*Augit.* Bisilikate ohne  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oder richtiger mit 0.5—0.7 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

|                           | No.<br>XXI | No.<br>XXX | No.<br>XXXI | No.<br>XXXIII | No.<br>XXIII | No.<br>CXCIII |
|---------------------------|------------|------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| $\text{CaO} : \text{MgO}$ | 5.0 : 5.0  | 6.1 : 3.9  | 6.7 : 3.3   | 6.8 : 3.2     | 7.2 : 2.8    | 7.5 : 2.5     |

Die in den Tiegeln abgekühlten Proben sind durch und durch krystallinisch, — nur die  $\text{CaO}$ -reichsten enthalten etwas Glas, — und die Augitindividuen erreichen eine ganz bedeutende Grösse (Länge der Krystalle,  $\neq c$ , zwischen ca. 0.8—1.3 mm. bei No. XXI und ca. 0.3—0.6 mm. bei No. CXCIII).

Bisilikate mit  $\text{CaO} : \text{MgO} = 6.9 : 3.1$  (zwischen No. XXXIII und XXIII) und etwas  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :

No. 84, mit 4.02 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , giebt unter derselben Dauer der Abkühlung ca. 30 % Augitsphärolithe (Länge der Krystalle,  $\neq c$ , ca 0.3—0.6 mm.), Rest Glas, — bei noch höheren Thonerdegehalten (resp. 8.02, 11.06 und 15.11 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) wird das Product ganz glasig.

Bei den 2.5-Silikaten mit ungefähr derselben Relation zwischen  $\text{CaO}$  und  $\text{MgO}$  krystallisirt der Augit bei kleineren Thonerdegehalten (1.56, 3.74 und 6.82 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) hinaus, bei 9.79 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und darüber wird das Product glasig.

*Äkermanit*,  $\text{R}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$ .

In den beinahe  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -freien 1.5-Silikat-Magmata, wo die Relation  $\text{CaO} : \text{MgO}$  zwischen den Grenzen ca. 7.5 : 2.5 und 5.5 : 4.5 wechseln kann, krystallisirt dies Mineral, selbst bei einer äusserst schnellen Abkühlung, sehr leicht und bildet Individuen von einer auffallenden Grösse (Länge der



Individuen,  $\neq OP$ , nach der Abkühlung im Tiegel, von etwa einer Stunde, ca. 1—4 mm. und nach der Abkühlung im Calorimeter, von etwa 3—5 Minuten, ca. 0.1—0.5 mm.), und die Producte enthalten nur ziemlich wenig Glas. — Wenn wir dagegen in eines der 1.5-*CaO-MgO*-Silikate ( $CaO : MgO = 6.9 : 3.1$ ) einige Procent Thonerde (z. B. 4.99 % wie an No. 189) einführen, scheidet sich bei der relativ langsamen Abkühlung in dem Tiegel nur ein Theil (bei No. 189 etwa 60 % der ganzen Masse) als Åkermanit aus, und die Individuen werden kleiner als in den vorigen Fällen (Länge der Kry-  
stalle ca. 0.2—0.5 mm.); bei noch höheren Thonerdegehalten (9.32, 13.13, 17.68, 19.54 %  $Al_2O_3$ ) wird das Product ganz glasig.

Weil die Thonerde unentbehrlich zu der Constitution des Meliliths und Gehlenits gehört, muss die Einwirkung der Thonerdemengen der Magmata bei der Ausscheidung dieser Mineralien sich auf eine andere Weise wie in den vorigen Fällen gestalten. Es ist a priori zu erwarten, dass diejenige Thonerdemenge des Schmelzflusses, die dem Gehalt des betreffenden Minerals entspricht, die Individualisation befördern wird, während dagegen die Ausscheidung durch Ueberschüsse oberhalb dieses Thonerdegehaltes verzögert werden wird. — Dies wird in der That sehr schön durch die Untersuchung der Åkerman'schen Schmelzproducte bestätigt: unter den 0.7-*CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*-Silikaten (cfr. die Uebersicht unter «Melilith») wird beinahe die ganze Masse (95—99 % des ganzen) in demjenigen Falle zu Gehlenit umgebildet, wenn der Thonerdegehalt des Magmas etwa 21 % beträgt, o: wenn er beinahe ganz genau dem Thonerdegehalt des sich individualisirenden Gehlenitminerals entspricht, und die sich ausscheidenden Individuen erreichen in dieser Probe, selbst bei einer sehr schnellen Abkühlung, eine ganz bedeutende Grösse; bei höheren Thonerdemengen in dem Schmelzflusse dagegen wird die Aussonderung des Gehlenit-

minerals stark verzögert, schon bei einem Gehalt von ca. 25 %  $Al_2O_3$  in der Mutterlauge krystallisirt nur ziemlich wenig Gehlenit, und die Grösse der Individuen ist nicht unwesentlich kleiner wie in dem vorigen Falle, — bei 27—29 %  $Al_2O_3$  sind die Producte stark glasig, mit einigen spärlichen und kleinen Gehleniten, — und bei 30—32 %  $Al_2O_3$  wird die Krystallisation bei schneller Abkühlung gänzlich gehindert. — Eine ganz entsprechende Serie erhalten wir auch bei den 1.0-CaO- $Al_2O_3$ -Silikaten; bei den No. 168—170 ist jedoch der Gehalt des Magmas an  $(Mg, Mn, Fe, Na_2)O$  so klein, dass der Melilith sich aus diesem Grunde nicht mit Leichtigkeit individualisiren kann; das Resultat tritt somit hier nicht so scharf hervor.

Wenn die Abkühlung nur eine Zeit von einigen Minuten bis etwa eine halbe oder höchstens eine Stunde beansprucht, wird somit der Krystallisation durch einen Thonerdegehalt — oder bei den thonerdeführenden Mineralien durch einen Thonerdeüberschuss — von nicht mehr als ca. 3—4 % sehr stark entgegengewirkt, indem nur etwa ein Viertel oder Drittel der ganzen Masse sich krystallinisch, und zwar in ziemlich kleinen Individuen, aussondert; ein Thonerdegehalt — oder ein Thonerdeüberschuss -- von ca. 6—8 % genügt um die Krystallisation gänzlich zu verhindern.

Bei den an den verschiedenen technischen Processen fallenden Schlacken dauert die Abkühlung durchgängig nicht unwesentlich länger als in den vorigen Fällen; um ein glasiges Product zu erhalten sind deswegen hier höhere Thonerdegehalte nöthig.

An den skandinavischen Hohöfen, wo man im grossen ganzen mit ziemlich thonerdearmen Schlacken (Thonerdegehalt im allgemeinen 3—5 bis 7—9 %, selten darüber) arbeitet, braucht man, — wenn wir die stark  $SiO_2$ -reichen

Schmelzmassen («Emaillenschlacken») nicht berücksichtigen<sup>1)</sup> — um krystallinische, zum Bauzweck dienende «Schlackensteine» zu erhalten die von dem Hohofen fließende Schlackemasse nur in eiserne Formen (ungefähr von Kubikfuss-Grösse) zu giessen und später den Schmelzfluss zu sich selbst überlassen<sup>2)</sup>; es ist nicht nöthig die Abkühlung, mit Hilfe von schlechten Wärmeleitern speciel zu verlangsamen. An der Oberfläche, sowohl gegen die eiserne Form als gegen die Luft, erstarrt der Schmelzfluss im allgemeinen zu einem dünnen Glas, «Oberflächeglas», von einer Dicke von etwa 0.5—1.5 cm.; der innere Theil dagegen wird im allgemeinen durch und durch krystallinisch, und die ausgeschiedenen Krystalle (von Augit, Hexagonales Kalkbisilikat, Olivin, Åkermanit, Melilith usw.) erreichen eine Grösse von ca. 0.1—0.2 bis 2—3 cm.<sup>3)</sup>. — Unter Voraussetzung derselben physikalischen Bedingungen und derselben Thonerdegehalte wird die Dicke des Oberflächeglases erheblich kleiner bei den Olivin- als bei den Augit-Schlacken, d: der Olivin hat eine höhere Tendenz sich auszuscheiden als der Augit<sup>4)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Auch hier wirkt übrigens die Thonerde auf dieselbe Weise, die mineralogische Natur der ausgeschiedenen feinen Partikelchen lässt sich aber nicht feststellen.

<sup>2)</sup> Die Abkühlung bis zu 100° herab dauert im allgemeinen etwa 4—6 Stunden.

<sup>3)</sup> Die Krystalle des Augits und des Åkermanits werden unter sonst identischen Bedingungen am grössten, dann folgt das hexagonale Kalkbisilikat und der Melilith und zum Schluss der *MgO*-Olivin. (Der *FeO*- und *MnO*-Olivin bildet bei derselben Dauer der Abkühlung grössere Individuen als der *MgO*-Olivin).

<sup>4)</sup> In dieser Verbindung können wir auch anführen, dass die bei den trockenen Eisenproben, — den sogenannten «schwedischen» Proben, Schmelzung in Tiegel, Abkühlung etwa eine halbe Stunde, — erhaltenen Schlacken im allgemeinen glasig werden, wenn sie saurer als nach dem Sauerstoffverh. ca. 1.6—1.7 sind, dagegen krystallinisch bei kleineren *SiO<sub>2</sub>*-Mengen. Dies rührt daher, dass der Olivin (und Åkermanit?) unter denselben physikalischen Bedingungen und bei demselben Thonerdegehalte schneller krystallisiert als der Augit.

An den letzteren Schlacken ist, die Grenze zwischen Glas und Krystallsubstanz (Augit) im allgemeinen ganz scharf; an den Olivinschlacken dagegen ist das Oberflächeglas in der inneren Zone am öftesten ganz von Olivinmikrolithen gefüllt, es giebt also hier keine Grenze, sondern ein allmählicher Uebergang zwischen dem Glase und der krystallinischen Partei. An den Melilithschlacken finden wir in dem Glase sehr oft eine Menge porphyrisch ausgeschiedener, kleinen Melilithkrystalle, und eine ähnliche Erscheinung ist nicht selten auch in denjenigen Fällen wahrzunehmen, wo sich das hexagonale Kalkbisilikat ausgeschieden hat.

Die hüttenmännische Erfahrung lehrt, dass die Dicke des Oberflächeglases an denjenigen Schlacken, wo sich ein thonerdefreies Mineral individualisirt, unter sonst identischen chemischen und physikalischen Bedingungen mit dem Thonerdegehalt des Magmas proportional ist; ein geübtes Auge kann sich somit schon nach dem Aussehen eines Schlackensteines eine Idée über die Thonerdemenge machen.

Als Beispiel der thonerdereichen Schlacken werden wir diejenigen wählen, die beim Verschmelzen<sup>1)</sup> des bekannten Mansfelder Kupferschiefers fallen, und die im allgemeinen als 1.6—1.7-Silikate mit ca. 15—18 %  $Al_2O_3$  und einer mittleren Relation zwischen  $CaO$  und  $(Mg,Fe)O$  bezeichnet werden können (cfr. die Analyse No. 220). Der chemischen Zusammensetzung zufolge ist hier die Ausscheidung eines Augits zu erwarten, eine Annahme, die auch durch mehrere mikroskopische Untersuchungen bestätigt worden ist. — Bei einer Abkühlungszeit von nur einigen Stunden erstarren die Mansfelder-Schlacken, selbst wenn sie zu kubikfussgrossen Blöcken gegossen werden, zu einem fast ganz reinen Glase, das nur hie und da in den centralen Theilen einige

---

<sup>1)</sup> Schmelzung in mässig grossen Hohöfen, bei einer ziemlich hohen Temperatur.

sphärolithische Schnüre von Augit enthält. Um durch und durch krystallinische — zum Bauzweck taugende — Schlackensteine zu produciren ist man hier gezwungen die Abkühlung über eine Zeit von  $1\frac{1}{2}$ —3 Tagen zu erstrecken; die Schlackenmassen werden deswegen in Sandgruben gegossen und an allen Seiten von schlechten Wärmeleitern umgeben (\*getemperte Schlacken\*).

Auch die in chemischer Beziehung entsprechenden Rohschlacken von Kongsberg (No. 217), die jedoch im allgemeinen etwas weniger, nämlich am öftesten ca. 13—15 % Thonerde enthalten, werden bei einer Abkühlungszeit von einigen Stunden stark glasig; nur in den Kernparteien finden wir einige krystallinische Aussonderungen (nämlich Augit, wenn der Aciditätsgrad mindestens ca. 1.6 beträgt).

In den Hohofenschlacken No. 222, 223 und 226 wäre, dem Aciditätsgrade und der Relation  $CaO : (Mg, Fe, Mn)O$  zufolge, die Ausscheidung von Augit zu erwarten; wegen der ziemlich hohen Thonerdegehalte — 12—15 % — sind jedoch die Schmelzflüsse bei der ziemlich schnell eingetroffenen Abkühlung als Glas erstarrt.

Diesen und den früheren Beobachtungen zufolge können wir die Schlüsse ziehen, dass in den Bisilikat-Schmelzmassen mit mittleren Relationen zwischen  $CaO$  und  $(Mg, Fe)O$  die Ausscheidung von Augit selbst bei einer Dauer der Abkühlung von nur etwa einer halben Stunde leicht von statten geht, wenn die Schmelzmasse gar keine Thonerde enthält; bei derselben Abkühlungszeit wird das Product ganz glasig, wenn der Thonerdegehalt ca. 6—8 % beträgt, während sich Augit selbst bei einem Thonerdegehalt von 7—10 % (No. 53, 56, 66, 67 und 72) in reichlicher Menge und in ganz grossen Individuen ausscheiden kann, wenn die Abkühlung mindestens einige Stunden dauert; bei noch höheren Thonerdegehalten, 12—18 %, wird das Product glasig bei einer Abkühlungszeit von einigen Stunden,

dagegen krystallinisch bei einer Zeit von ein oder ein Paar Tagen.

Ebenfalls bei den stark  $\text{CaO}$ -reichen Bisilikat-Schlacken: bei der in Praxis gewöhnlichen Dauer der Abkühlung krystallisirt das hexagonale Kalkbisilikat, wenn der Thonerdegehalt höchstens ca. 10—14 % beträgt (No. 86, 91—96); bei noch höheren Thonerdegehalten, 17—18 %, dagegen erstarrt der Schmelzfluss als Glas, ohne makroskopisch wahrzunehmende Ausscheidungen.

Die mir zur Disposition stehenden Schmelzproducte, wo Olivin ausgeschieden worden ist, oder wo dies Mineral der chemischen Zusammensetzung zufolge zu erwarten wäre, enthalten nie so viel Thonerde, dass sie glasig geworden sind; dass jedoch die Thonerde auch die Individualisation des Olivins verzögert, ergibt sich dadurch, dass unsere olivinführenden Schlacken mit einem mässig hohen Thonerdegehalt, — 7.5 à 10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , bei No. 8, 13, 18, 20, 23 und 24, — sich alle durch eine reichliche Glasbasis-Menge auszeichnen. — Wie schon früher erwähnt, besitzt der Olivin eine bedeutende Krystallisationstendenz; es ist somit zu erwarten, dass sich dies Mineral bei der für Schlacken gewöhnlichen Dauer der Abkühlung individualisiren kann, ob auch der Thonerdegehalt nicht weniger als ca. 15 % beträgt.

Die Åkermanit-Schmelzflüsse werden bei einem Gehalt von 6—8 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ganz glasig, wenn die Abkühlung nur etwa eine halbe oder eine Stunde dauert; dagegen kann sich der Åkermanit bei derselben chemischen Zusammensetzung in reichlicher Menge und in grossen Individuen ausscheiden, wenn die Abkühlung über eine etwas längere Zeit erstreckt wird.

Die basischen,  $\text{CaO}$ -reichen und etwas  $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})\text{O}$ -führenden Schlacken werden bei der gewöhnlichen Dauer der

Abkühlung krystallinisch, wenn der Thonerdegehalt der Mutterlauge ungefähr demjenigen des sich zu individualisierenden Minerals der Melilithreihe entspricht (cfr. die Melilithschlacken, bis zu No. 155, mit 9—ca. 17 %  $Al_2O_3$ , und die Gehlenitschlacken No. 161—165, mit 22—27 %  $Al_2O_3$ ); wenn der Thonerdeüberschuss etwa 10—15 % beträgt, werden sie dagegen glasig (cfr. No. 155 und 157, mit 24—29 %  $Al_2O_3$ ).

Wenn andererseits die Thonerdemenge in denjenigen Magmata, wo ein thonerdeführendes Mineral, z. B. Melilith, Gehlenit, Anorthit, erwartet werden muss, etwas niedriger als der Gehalt des betreffenden Minerals fällt, scheint dadurch die Krystallisation nicht in wesentlichem Grade verzögert zu werden; allerdings ist die Einwirkung von zu wenig Thonerde bei weitem nicht so hervortretend wie diejenige von zu viel. — Unsere Melilith- und Gehlenitschlacken werden selbst bei ziemlich niedrigen Thonerdegehalten krystallinisch (cfr. z. B. No. 5, 142, 154 a & b); und der Anorthit kann sich selbst bei einer sehr schnellen Abkühlung individualisieren (cfr. z. B. No. 195—196), wenn der Thonerdegehalt des Magmas 15—16 % niedriger als derjenige des Anorthits beträgt, während umgekehrt ein Thonerde-Ueberschuss von 7—9 % genügt um unter genau denselben physikalischen Bedingungen die Ausscheidung von Augit, hexagonalem Kalkbisilikat, Åkermanit, Melilith und Gehlenit gänzlich zu verhindern.

---

Wie soeben nachgewiesen, wiederholt sich die Eigenschaft der Thonerde-Ueberschüsse der Individualisation der Silikatmineralien entgegenzuwirken bei sämtlichen Mineralien, die wir untersuchen können haben, — nämlich bei Augit, dem hexagonalen Kalkbisilikat, Olivin, Åkermanit-Melilith-Gehlenit, — und zwar äussert sich der Ein-

fluss überall mit ungefähr derselben Intensität. Die Eigenschaft scheint somit von genereller Natur zu sein, sie wird also nicht durch specielle Ursachen für jeden einzelnen Fall, sondern durch allgemein gültige Ursachen zu erklären sein.

Vorläufig wird man vielleicht zu derjenigen Erklärung zu greifen versuchen, dass die Schmelzlösungen der betreffenden Mineralien bei der Einführung beträchtlicher Mengen von Thonerde verdünnt werden, und dass folglich diejenigen chemischen oder chemisch-physikalischen Kräfte, auf denen die Mineralbildung beruht, sich nicht mit der genügenden Intensität äussern würden, weil die verschiedenen Moleküle nicht in einen intimen Contact mit einander treten. Wäre aber dies die principielle Ursache, möchten wir einer ganz entsprechend verzögerten Krystallisation auch in denjenigen Fällen begegnen, wo die Lösungen durch irgend welche andere, unter den vorliegenden Bedingungen chemisch unwirksamen oder neutralen Basen oder Säuren verdünnt werden; dies tritt jedoch in der That nicht ein. — In einer 1.5-Silikat-Schmelzmasse mit ungefähr gleich viel  $\text{CaO}$  wie  $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ , (z. B. No. 6—10 usw.) ist die «Olivinlösung» als sehr stark verdünnt zu betrachten, indem das Magma bedeutende Ueberschüsse von Kalk und Kieselsäure enthält; jedoch krystallisirt der Olivin, wenn der Schmelzfluss an Thonerde arm ist, schnell und leicht, selbst bei einer sehr rapiden Abkühlung. Bei einer in quantitativer Beziehung entsprechenden Verdünnung mit Thonerde dagegen würde die Individualisation stark verzögert werden. — Ganz ähnliche Beispiele können wir auch von dem hexagonalen Kalksilikat oder von dem Augit holen: die 1.5- $\text{CaO-MgO}$ -Silikat-Magmata No. 104—105 sind bedeutend mehr verdünnt als z. B. die  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ -Bisilikat-Schmelzmasse No. 109, die Ausscheidung des hexagonalen Kalksilikats geschieht jedoch in dem ersten Falle leicht, in



dem zweiten dagegen nur bei einer ziemlich langsamen Abkühlung.

Auch nicht lässt sich die Erscheinung durch irgend welche andere Ursachen von *physikalischer* Natur erklären. — Der Druck ist bei sämtlichen Versuchen immer derselbe gewesen, ist somit für uns ohne Bedeutung; die Schmelztemperatur und die gesammte Schmelzwärme werden, je nach dem Aciditätsgrade und den wechselnden Relationen zwischen den RO-Basen gegenseitig, von den Thonerdegehalten auf verschiedene Weisen beeinflusst<sup>1)</sup>, bald werden sie etwas erniedrigt, bald dagegen etwas erhöht, — wir begegnen somit auch nicht hier einer allgemein gültigen Veränderung, welche das generelle Fänomen erklären könnte. — Dagegen möchte man lieber an die durch die Thonerdezusätze im allgemeinen hervorgerufene bedeutende Viskosität<sup>2)</sup> der Schmelzmassen als Ursache der verzögerten Krystallisation denken<sup>3)</sup>, und diesem Moment würde in der That vielleicht auch eine Bedeutung zugeschrieben werden müssen, ob wir gefunden hätten, dass die Krystallisation sowohl bei den thonerde-führenden als -freien Mineralien durch die absoluten Thonerdegehalte verzögert würde. Unsere Untersuchungen ergeben jedoch, dass die verlangsamte Individualisation nicht durch die procentischen Thonerdegehalte an sich, sondern durch die Thonerde-Ueberschüsse hervorgerufen wird. — Diejenigen Schmelzflüsse, in

---

<sup>1)</sup> Hierüber mehr später.

<sup>2)</sup> Die Silikat-Schmelzflüsse fließen im allgemeinen unter sonst gleichen Bedingungen je zäher, je höher der Thonerdegehalt verläuft. (Cfr. R. Åkerman, Om värmebehofven för olika masugnslaggers smeltning. Jernkontorets Annaler, 1886, und Stahl und Eisen, 1886).

<sup>3)</sup> Man vergleiche die von O. Lehmann gegebene Erörterung der Vorgänge bei der Ausscheidung und Wachsthum der Krystalle. Zeits. für Kryst. und Min. B. I, Seite 453 nebst mehreren späteren Arbeiten.

denen wir die Ausscheidung von Anorthit, Gehlenit und Melilith nachgewiesen haben, zeichnen sich im allgemeinen durch eine bedeutende Zähflüssigkeit aus, jedoch krystallisieren die Mineralien schnell und leicht und bilden auch sehr grosse Individuen, wenn der Thonerdegehalt des Magmas demjenigen des betreffenden Minerals entspricht.

Es bleibt uns nur übrig das vorliegende Fänomen als eine Erscheinung von rein *chemischer* Natur zu betrachten, — und zwar scheint die Ursache in den Affinitätsverhältnissen gesucht werden zu müssen. Hierüber näher in dem späteren Abschnitt «Schlussfolgerungen».

---

Schon durch die practische Erfahrung bei der Darstellung des Handelsglases wie auch durch einige Entglasungsversuche ist es bekannt, dass die Thonerde bei speciellen Mischungsverhältnissen die glasige Structur befördert. — O. Korschelt<sup>1)</sup> empfiehlt sogar die Darstellung eines reinen Kalk-Thonerde-Silikatglases, aus 55—67 %  $SiO_2$ , 10—18 %  $Al_2O_3$  und 35—15 %  $CaO$  bestehend, — was unserer Erörterung zufolge eigentlich nur darauf beruhen kann, dass hohe Thonerdegehalte die Ausscheidung des hexagonalen Kalkbisilikates stark verzögert, — und J. Pelouze<sup>2)</sup> zieht aus einer Serie Experimenten den Schluss, dass einige von ihm untersuchte stark thonerdereiche Natron-Kalk-Gläser sich nur äusserst schwierig oder gar nicht entglasen lassen.

In der Glashüttentechnik gebraucht man als «Glasbildner» besonders  $Na_2O$  und  $K_2O$ , gelegentlich auch  $PbO$ ; davon stammt wohl die in geologischen und petrographischen Abhandlungen hie und da geäusserte, aber nicht zutreffende

---

<sup>1)</sup> Referat in Wagner-Fischers Jahresbericht der chem. Technologie, für 1883, Seite 592.

<sup>2)</sup> Comptes rendus. T. 64, 1867, Seite 53.

Annahme, dass die Alkalien *immer* der Individualisation entgegenwirken sollten; wir brauchen nur daran zu erinnern, dass sich Nephelin und Leucit leicht durch Schmelzung darstellen lassen. — Das Bleioxyd dagegen befördert beinahe immer die glasige Structur; es giebt nämlich nur eine ganz geringe Anzahl durch Schmelzung darzustellender Mineralien, wie z. B. Blei-Anorthit, wo Bleioxyd hineingehen kann.

Analysen von *thonerdereichen, glasigen Schlacken*.

|  | No. 222 | No. 223 | No. 224 | No. 225 <sup>1)</sup> | No. 226 |
|--|---------|---------|---------|-----------------------|---------|
| <i>SiO<sub>2</sub></i> . . . .             | 55.40   | 56.57   | 51.25   | 49.80                 | 49.60   |
| <i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> . . . . | 12.10   | 14.82   | 17.30   | 17.33                 | 12.98   |
| <i>CaO</i> . . . .                         | 20.33   | 15.79   | 26.25   | 28.60                 | 25.15   |
| <i>MgO</i> . . . .                         | 3.63    | 5.70    | 2.25    | 1.12                  | 4.55    |
| <i>MnO</i> . . . .                         | 4.65    | 2.85    | 1.26    | 0.53                  | 5.40    |
| <i>FeO</i> . . . .                         | 1.02    | 2.75    | 0.64    | 0.77                  | 3.21    |
| <i>K<sub>2</sub>O</i> . . . .              | 2.21    |         |         |                       |         |
| <i>Na<sub>2</sub>O</i> . . . .             | 0.06    |         |         |                       |         |
| Summe                                      | 99.40   | 99.48   | 98.95   | 99.25                 | 100.89  |
| Sauerstoffverh.                            | 2.03    | 2.02    | 1.62    | 1.56                  | 1.56    |

(Sämmtliche sind Hohofenschlacken, an der Bergschule zu Stockholm analysirt; nähere Erleuchtungen in «Schlackenstudien, I», Seite 176—177).

No. 222 und 226, von Bay Furnace, Lake superior, 1876 (von Th. Andrée und E. F. F. Hoppe analysirt).

No. 223, von Richmond Furnace, Massachusetts, 1868 (B. Bagge).

No. 224, von Werchne Turinsk, Russland, 1878 (C. G. Särnström).

<sup>1)</sup> + 1.10 % *TiO<sub>2</sub>*.

No. 225, von Bogota, Columbia, 1875 (I. S. Ekro b).

No. 226. Glas mit spärlichen und winzigen Mikrolithen,  
— die übrigen reine Gläser (nach makroskopischer Betrachtung).

Cfr. auch No. 155 und 157.

### Cuprit ( $Cu_2O$ ).

Das Kupferoxydul bildet in chemischer Beziehung, in Bezug auf das Verhältniss zu der Kieselsäure oder zu den Silikaten, den schärfsten Contrast zu der Thonerde; im Schmelzfluss existirt es in Silikat-Verbindung oder -Auflösung, bei einer nicht zu schnellen Abkühlung dagegen trennt es sich, wenn es in einer nicht zu spärlichen Menge vorhanden ist, von dem Silikate aus und krystallisirt für sich allein, als Cuprit<sup>1)</sup>.

Dass die Kieselsäure und die gewöhnlichen ( $Fe, Pb, Zn, Ca, Mg$ )  $O$ -Silikate in fast allen denkbaren Mischungsverhältnissen mit dem Kupferoxydul zusammenschmelzen können, ist eine alt bekannte Thatsache; die  $Cu_2O$ -führenden Gaarschlacken von dem Kupferraffinationsprocesse bilden im schmelzenden Zustande eine homogene Schlackenmasse, und durch eine Serie Laboratorienversuche habe ich mich davon überzeugt, dass das Kupferoxydul mit verschiedenen ( $Ca, Mg$ )  $O$ -Silikaten sich zusammenschmelzen lässt. — Bei sehr schneller Abkühlung dieser Schmelzmassen, — z. B. von einem Gemische<sup>2)</sup> von 54 %

<sup>1)</sup> Schon Mitscherlich (Abh. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1822 und 1823) und später Kersten (Journ. f. pract. Chemie, B. XIX, Seite 118, und Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1841, Seite 116), Hausmann (Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde, Abh. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, B. 4, 1850, Seite 17) nebst mehreren jüngeren Forschern haben regulär krystallisirendes Kupferoxydul (Rothkupfererz oder Cuprit), — zum Theil als Chalkotrichit, — in verschiedenen Hüttenerzeugnissen nachgewiesen.

<sup>2)</sup> Im Fletscher-Ofen, in einer nicht oxydirenden, lieber reducirenden Atmosphäre zusammengeschmolzen; eingewogen 150 gr.

$\text{SiO}_2$ , 22.8 %  $\text{CaO}$ , 16.3 %  $\text{MgO}$  und 6.9 %  $\text{Cu}_2\text{O}$ , ziemlich genau Bisilikat,  $\text{Ca} : \text{Mg} = 1$ , — erhalten wir ein durchsichtiges oder halb-durchsichtiges, stark fluorescirendes Glas, das im transmittirten Lichte sich bläulich grün und im reflectirten sich röthlich braun erweist<sup>1)</sup>, und das nur hie und da einige winzige Schnüre von ausgeschiedenem Cuprit zeigt; bei weitem die Hauptmasse des Kupferoxyduls ist im Glase stecken geblieben.

In den etwas langsamer abgekühlten Schmelzmassen, z. B. in den Kupfer-Gaarschlacken<sup>2)</sup>, die sich in der Regel durch beträchtliche  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Gehalte auszeichnen, finden wir dagegen immer das Kupferoxydul frei für sich, als Cuprit, ausgeschieden, und zwar lässt sich das Mineral durch die folgenden Kriterien bestimmen: es ist vollkommen durchsichtig, intensiv roth (cochenillroth) gefärbt, äusserst stark lichtbrechend, deswegen mit einem hervortretenden metallartigen Diamantglanz; endlich ist es isotrop und in Skeletten aufgebaut, die sich zu den Achsen des regulären Systems hinführen lassen (cfr. Fig. 18 und 19). Gelegentlich finden wir an den einzelnen Aufbauteilen dieser Skelette eine Andeutung zu einer oktaëdrischen Begrenzung, am öftesten begegnen wir jedoch denselben globulit- und margaritischen Formen wie an dem  $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Zn})$ -Monosulfid. — An Fig. 18 sind die Skelette von einem ganz klaren und hellen Glas, — dem sogenannten «Hof»<sup>3)</sup>, — umgeben, dann folgt eine zuerst ganz schwach roth gefärbte und später nach den inneren Theilen immer stärker und stärker gefärbte, zum

---

<sup>1)</sup> Auch das Oberflächeglas der «Emailleschlacken» zeichnet sich durch einen oft sehr starken Fluorescens aus (cfr. «Schlackenstudien, I», Seite 221 und einen späteren Abschnitt dieser Arbeit).

<sup>2)</sup> Diese Schlacken verdanken ihre rothe Farbe dem als Cuprit ausgesonderten Kupferoxydul.

<sup>3)</sup> Cfr. O. Lehmann. Ueber das Wachsthum der Krystalle. Zeit. f. Kryst. u. Min. B. I.

Schluss ganz undurchsichtige Zone, die aus Glas mit einem winzigen Staub von Cuprit besteht.

Die vorliegenden Gaarschlacken sind immer ziemlich basisch, es ist somit leicht zu erklären, dass das Kupferoxydul hier frei ausgeschieden wird; dagegen möchte man fortwährend die Möglichkeit vermuthen, dass  $Cu_2O$  in mehr  $SiO_2$ -reichen Schmelzflüssen von der Kieselsäure festgehalten werden könnte. Um diese Frage zu erledigen wurde  $Cu_2O$  mit verschiedenen Augitschlacken zusammengeschmolzen<sup>1)</sup>; bei schneller Abkühlung erhalten wir, wie soeben erwähnt, ein  $Cu_2O$ -Glas, in den Präparaten der in einer Zeit von ein Paar Stunden abgekühlten Schmelzmassen dagegen finden wir das Kupferoxydul als Cuprit ausgeschieden, und betreffend den später, in reichlicher Menge und grossen Individuen gebildeten Augit ist nichts besonderes wahrzunehmen; es ist jedoch möglich, wie wir es später näher nachweisen werden, dass ein kleiner Theil des Kupferoxyduls in das Silikatmineral hineingegangen sein kann.

Der Cuprit gehört immer zu den ältesten Ausscheidungen des Magmas; in mehreren Schmelzproducten finden wir es gleichzeitig mit Magnetit gebildet, und es ist immer früher als die begleitenden Silikatmineralien (Olivin, Augit usw.) individualisirt worden.

Ein besonderes Interesse verdient eine alte, parallelstengelig entwickelte «Saigerschlacke» von Wellersdorf bei Mittersill (Deutschland), die mir seinerzeits Professor A. W. Stelzner in Freiberg gütigst zur Verfügung stellte, und die bei einer qualitativen Analyse viel  $Cu_2O$  neben  $ZnO$ ,  $PbO$  und  $SiO_2$  erwies. — Die mikroskopische Untersuchung zweier Präparate (Fig. 19, a & b), das eine  $\neq$ , das andere  $\perp$

<sup>1)</sup> Es wurden bei den verschiedenen Versuchen 10–12 %  $Cu_2O$  und (Ca,Mg)O-Silikate von Sauerstoffverh. 2–2.3 gewählt; eingewogen 200–210 gr.

der Faserrichtung geschliffen, ergibt uns, dass sich zuerst Cuprit, in den bekannten Skeletten, ausgeschieden hat; später ist ein farbloses, durchsichtiges Mineral gebildet, das dem hexagonalen Krystallsystem gehört; im Querschnitt (Fig. 19, *a*) zeigt es sechsseitige Begrenzung, ist unter gekreuzten Nicols ganz dunkel, in conv.-polarisirtem Lichte giebt es ein Kreuz, und durch die  $\frac{1}{4}$ -Undulations-Glimmerplatte ist es bestimmt, dass es opt. positiv ist. Eine Spaltbarkeit lässt sich nicht sicher nachweisen, und im Längenschnitt der säulenförmigen Krystalle (Fig. 19, *b*) fehlen die terminalen Flächen; die Interferenzfarben sind ziemlich lebhaft. — Das Mineral ist, wie auch Stelzner mir es mittheilte, mit Willemitt  $[(Zn,R)_2SiO_4]$ , der auch hexagonal krystallisirt und opt. positiv ist, zu identificiren; wir erinnern, dass die Schlacke ziemlich viel  $ZnO$  enthält<sup>1)</sup>. — Die Mutterlauge ist endlich zu einem gelben Glas erstarrt, dessen Farbe hier wie an so vielen übrigen entsprechenden Schlacken dem  $PbO$ -Gehalte zuzuschreiben ist. — Also kurz: das Kupferoxydul wird frei, für sich allein ausgeschieden, — das Zinkoxyd geht in eine stöchiometrische Verbindung mit Kieselsäure hinein, und es krystallisirt ein bestimmtes Mineral (Willemitt, in anderen Fällen gelegentlich  $ZnO$ -reicher Olivin oder ein  $ZnO$ -führender Augit), — das Bleioxyd dagegen bleibt im Glase steckend.

Der obigen Erörterung zufolge scheint es, dass feste stöchiometrische Verbindungen zwischen  $SiO_2$  und  $Cu_2O$  nicht durch Schmelzung dargestellt werden können; ebenso wenig ist Kupferoxydul, insofern bis jetzt bekannt, in den

---

<sup>1)</sup> Wir können auch bemerken, dass unsere Krystalle in jeder bei der mikroskopischen Untersuchung festzustellenden Beziehung dem als Willemitt bestimmten Mineral der Destillationsretorten der Zinköfen genau entspricht (H. Schulze und A. W. Stelzner, l.c.).

natürlichen Silikaten mit Sicherheit nachgewiesen worden<sup>1)</sup>. Dagegen können, wie wir es in dem chemischen Theile des Abschnittes «Monosulfid» näher erörtern werden, ganz kleine Mengen Kupferoxydul<sup>2)</sup> von einigen im Schmelzfluss sich individualisirenden Mineralien, wie Augit und Glimmer, aufgenommen werden.

### Metallisches Kupfer,

*aus Silikatschmelzlösung ausgeschieden.*

Schon im Anfang der Vierzigerjahre wurde es von Wöhler<sup>3)</sup> nachgewiesen, dass der eigenthümliche schillernde Metallglanz des sogenannten «künstlichen Aventuringlases»<sup>4)</sup> von einer Unzahl kleiner blattförmigen Krystalle von gediegenem Kupfer hervorgerufen wird<sup>5)</sup>. — In einem mikrosko-

<sup>1)</sup> Die in der Natur gefundenen Kupfersilikate

Dioplas,  $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{SiO}_4$  . . . . . ( $\text{Cu}_2\text{SiO}_3 + 1 \text{H}_2\text{O}$ )

Kieselmalachit . . . . .  $\text{Cu}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Asperolith . . . . .  $\text{Cu}_2\text{SiO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ ,

usw., enthalten das Kupfer als  $\text{CuO}$ , nicht als  $\text{Cu}_2\text{O}$ . — Auf dieselbe Weise scheint auch die kleine Kupfermenge in den Cyprin einzugehen. (Sieh G. Lindström. Zwei Idokrasanalysen. Geol. Fören. Förh. B. X, 1888).

<sup>2)</sup> Aus chemisch-metallurgischen Gründen muss es angenommen werden, dass das bei den Schachtofenprocessen verschlackte Kupfer nicht als  $\text{CuO}$ , sondern als  $\text{Cu}_2\text{O}$  erscheint.

<sup>3)</sup> Analyse des Aventuringlases. Göttingischer gelehrter Anzeiger, 1842, B. III, Seite 1785.

<sup>4)</sup> Dies wurde in alten Tagen an der berühmten Glashütte zu Murano bei Venedig verfertigt, später, im Anfang dieses Jahrhunderts, gingen die Heimlichkeiten bei der Fabrikation verloren; in der letzteren Zeit dagegen wird es aufs neue an mehreren Stellen dargestellt, und zwar bei Zusammenschmelzung von Glas, Kupferoxydul und einem Reductionsmittel (Eisenspath, Eisenhammerschlacke), das  $\text{Cu}_2\text{O}$  zu  $\text{Cu}$  reduciren kann (näher in Wagner-Fischer, Handb. d. chem. Technologie, 1889, Seite 707 und 741).

<sup>5)</sup> Diese Angabe ist später von mehreren Forschern bestätigt worden, andere dagegen haben geglaubt, dass das Kupfer als Oxydul oder Silikat auftrete.



skopischen Präparate<sup>1)</sup> des an sich durchsichtigen und schwach bräunlich gefärbten Glases finden wir das Kupfer bald in winzigen, regelmässig entwickelten Oktaëderchen (Fig. 20, *d*), am öftesten erscheint es jedoch in äusserst dünnen Tafeln, nämlich plattenförmig verzogenen Oktaëdern<sup>2)</sup> (Fig. 20, *a* & *b*), die oft mehr oder wenig lappig sind (Fig. 20, *c*). Die Krystalle zeigen die gewöhnliche kupferrothe Farbe; die Tafeln sind, trotz ihrer winzigen Dicke (bis zu ca. 0.001 mm. und darunter hinab), ganz undurchsichtig<sup>3)</sup>, und das Glas verdankt hier, wie auch bei dem Aventurin-feldspath, dem Lichtreflex der Krystalltafeln seinen eigenthümlichen Schiller.

Auch in einigen zufällig mitgebrachten Gaarschlacken, wo sich Cuprit in bedeutenden Mengen ausgeschieden hatte, von dem Kupferwerke Oker, wiederum in mehreren glasigen Concentrationsschlacken von der Halsbrüchner Hütte bei Freiberg finden wir die kleinen Krystalle von gediegenem Kupfer zuwieder, immer dem Auftreten in dem Aventurin-gläse in jeder Beziehung entsprechend; — die Ausscheidung des metallischen Kupfers aus den Silikatmagmata scheint somit eine alltägliche Sache zu sein.

<sup>1)</sup> Es mag hier als historischer Notitz eingeschoben werden, dass das Aventuringlas einer der ersten Gegenstände von mineralogisch-geologischer Natur war, der mikroskopisch untersucht wurde; schon in 1807 machte nämlich I. G. Gahn in Fahlun Hausmann darauf aufmerksam, dass man unter dem Mikroskop kleine tafelförmige, 3- oder 6-seitige Krystalle im dem Glase wahrnehmen konnte. (Wöhler, l. c.).

<sup>2)</sup> Das natürliche Kupfer erscheint bekanntlich sehr oft in Zwillingen; deswegen könnte man vermuthen, dass die 6- und 3-seitigen Tafeln in der That Zwillinge wären (Zwillingebene eine Oktaëderfläche und Zwillingachse sehr stark verkürzt); dies scheint doch nicht der Fall zu sein.

<sup>3)</sup> Bekanntlich hat man lange geglaubt, dass äusserst dünn gewalztes oder gehämmertes Kupfer undurchsichtig ist; in der That ist es auch kürzlich A. Kundt gelungen die Brechungsexponente des Kupfers, — wie auch des Silbers, Golds, Platinas, Eisens, Nickels und Wismuths, — festzustellen (Wiedemanns Ann. d. Physik u. Chemie. 1888, B. 270).

Dass das Kupfer in den hiesigen Fällen ursprünglich sich in *aufgelöstem Zustande in dem schmelzenden Silikatfluss* befand, — wie ein Salz in Wasser, — folgt unmittelbar daher, dass wir es jetzt in krystallinischen Aussonderungen finden, die gleichmässig durch die ganze Masse vertheilt sind, und von denen jede einzelne ein selbständiges Individuum bildet<sup>1)</sup>; an Fig. 20, *e* sehen wir auch den bekannten «Hof» um die im Wachsthum begriffenen Kupferkrystalle. — Die Vorgänge bei dieser Auflösung darf man sich in folgender Weise vorstellen: zuerst ist  $\text{Cu}_2\text{O}$  mit dem Silikate zusammengeschmolzen, später ist dies  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Silikat durch irgend welche Reduktionsmittel<sup>2)</sup> reducirt worden, das hierdurch resultirende atomistisch feine metallische Kupfer ist fortwährend in der Auflösung geblieben, und zuerst bei der Abkühlung hat es sich krystallinisch ausgeschieden. — Es scheint nicht, dass die Schlacken in nennenswerthem Grade auf das schmelzende Kupferbad auflösend einwirken können.

Auch metallisches Silber und Gold kann von den Silikat-schmelzflüssen (Glassätzen der Glashütten) aufgelöst werden.

### Monosulfide,

( $\text{CaS}$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{ZnS}$  und isomorphe Mischungen derselben, — *Oldhamit, Manganblende, Troilit, Zinkblende*).

Um die Individualisation der obigen Monosulfide in den Silikatmagmata näher erörtern zu können werden wir zuerst

<sup>1)</sup> Die von den Schlackenmassen *mechanisch* mitgerissenen Tropfen von metallischem Kupfer erscheinen nach der Erstarrung in vereinzelten Kugeln, ohne irgend welche sicher nachweisbare Krystallbegrenzung. — Bei den vorliegenden Concentrationsschmelzungen an Halsbrückner Hütte wurde nicht gediegenes Kupfer, sondern Kupferstein dargestellt.

<sup>2)</sup> Wahrscheinlich am öftesten  $\text{FeO}$  ( $2 \text{FeO} + \text{Cu}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cu}_2$ ), gelegentlich bei den Gaarschlacken vielleicht  $\text{CO}$ , welches Gas auch von der Schlackenmasse aufgelöst werden kann.

einen Ueberblick der chemisch-metallurgischen Erfahrungen betreffend die Fähigkeit der verschiedenen zusammengesetzten Schlacken die Monosulfide<sup>1)</sup> aufzulösen oder aufzunehmen, auf Grundlage theils der früher bekannten Thatsachen und theils neuer Untersuchungen liefern.

Bei dem gewöhnlichen Eisenhohofenprocess wird immer ein Theil des Schwefels vom Roheisen aufgenommen, während ein anderer Theil in die Schlacke hineingeht, — etwas mag auch als  $SO_2$  usw. mit den Gasen fortgeführt werden, — und zwar wird bekanntlich das Roheisen je schwefelärmer und also umgekehrt die Schlacke je schwefelreicher, 1) je höher die Temperatur im Ofen oder im Gestell ist, 2) je mehr basisch die Schlacke hinausfällt, und 3) je reicher die Schlacke an  $CaO$  und besonders an  $MnO$  (oder  $Na_2O$ ) ist; ein hoher Mangangehalt in der Schlacke wirkt kräftiger zur Reinigung des Roheisens von Schwefel als ein entsprechender Kalkgehalt, dieser wiederum bedeutend kräftiger als Magnesia<sup>2)</sup>. — Bei unreinem Betriebe, — wenn das Eisen, wegen einer zu niedrigen Temperatur, nicht in genügender Weise reducirt wird, und wenn somit die Schlacke einige Procent  $FeO$  enthält, — fällt das Roheisen immer relativ sehr reich an Schwefel aus; dies ist wahrscheinlich dem Einfluss der niedrigeren Temperatur zuzuschreiben, steht somit direct mit der etwas veränderten chemischen Zusammensetzung der Schlacke in Verbindung.

<sup>1)</sup> Dass das Schwefel in den hiesigen Fällen in der That als Monosulfid erscheint, ergiebt sich durch die mikroskopische Untersuchung. — Cfr. auch den Abschnitt «Sulfid in Schlacken», «Schlackenstudien, I», Seite 189—215.

<sup>2)</sup> Diese von chemisch-metallurgischem Standpunkte sehr sorgfältig studirten Thatsachen (cfr. z. B. R. Åkerman, Jernkontorets Annaler, 1873, Seite 18—46, A. Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde, 1884, Seite 248—252, usw.) sind bei dem Hohofenprocess von einer hervorragenden Bedeutung.

— Stark basische und gleichzeitig  $MnO$ - oder  $CaO$ -reiche Schlacken von Cokes-Hohofen können mindestens etwa 2.5—3 % Schwefel oder 5.5—6.5 % Monosulfid aufnehmen.

Bei denjenigen Schmelzprocessen, wo es sich nicht um die Darstellung eines Metalls, sondern eines «Steines» (Rohstein, Kupferstein, Bleistein, Nickelstein usw., mit etwa 20—28 % Schwefel) handelt, wird die Untersuchung über den Schwefelgehalt der Schlacke insofern dadurch complicirt, als man denjenigen Gehalt, der von den mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen herrührt, von demjenigen, der von dem in der Schmelzmasse sich ursprünglich im aufgelösten Zustande befindenden Monosulfid stammt, scharf hinaushalten muss<sup>1)</sup>. Die Menge der Steinkügelchen hängt von den technischen Details beim Betriebe und von den physikalischen Eigenschaften der Schlacken ab (Unterschied in Bezug auf das specifische Gewicht des Steins und der Schlacke, Dünn- oder Zähflüssigkeit usw.), während dagegen das Auftreten des Monosulfids hier, wie auch bei den Eisenhohofenschlacken, hauptsächlich durch die chemischen Eigenschaften der Schmelzflüsse bedingt wird. — Zwar begegnen wir auch hier, — wie wir es später näher bestätigen werden, — der Regel, dass unter sonst analogen Bedingungen die Menge des aufgelösten Monosulfids mit der Basicität der Schlacke steigt; und betreffend den Einfluss der verschiedenen  $RO$ -Basen, — nämlich im allgemeinen sehr viel  $FeO$  mit wechselnden Gehalten von  $ZnO$  und  $CaO$ , endlich am öftesten ganz wenig  $MgO$ ,  $MnO$ , Alkali usw., — ergibt sich, dass die Schlacken je mehr Monosulfid führen,

---

<sup>1)</sup> Schon in 1851 hat Le Play nachgewiesen, dass die vorliegenden Schlacken durchgängig etwas mehr Schwefel enthalten, als es durch die Gehalte an dem mitgerissenen Stein — oder an Metall — erklärt werden könnte; trotzdem sind die früheren Untersuchungen über das Auftreten des Schwefels oder über die Steinkügelchen- und Monosulfid-Mengen in den hiesigen Schlacken von geringem Werthe.

je höher der  $ZnO$ -Gehalt beträgt<sup>1)</sup>; das Zink spielt somit hier ungefähr dieselbe Rolle wie das Mangan der Eishohofenschlacken.

Die Richtigkeit dieser bisher ziemlich flüchtig erforschten Thatsachen, die nicht nur von einem metallurgischen Interesse sind, sondern auch einen Beitrag zur Kenntniss der Bildungsgesetze der verschiedenen Sulfide liefern können, werden wir zuerst durch eine Zusammenstellung einiger Schlackenanalysen<sup>2)</sup> bestätigen; später werden wir die Resultate durch eine mikroskopische Untersuchung näher erleuchten und begründen.

#### A. Kieselsäurereiche Schlacken, mit ganz wenig $ZnO$ .

|               | No.<br>220 a | No.<br>220 b | No.<br>217 a                     | No.<br>217 b | No. 73 | No.<br>122 | No.<br>123 | No.<br>227 | No.<br>228 | No.<br>229 |
|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $SiO_2$       | 48—50        |              | ca. 50                           | 50.56        | 48.33  | 42.17      | 43.98      | 39.10      | 51.3       | 48.15      |
| $FeO^*)$      | 6—11         |              | ca. 20                           | 20.64        | 31.51  | 6.59       | 10.05      | 29.61      | 9.9        | 34.19      |
| $ZnO^*)$      | 1—3          |              | ca. 0.50                         |              | Wenig  | 1.70       | 2.75       |            | Spur       | 4.55       |
| $Cu_2O^{**})$ | 0.19         | 0.19         | { Ag<br>0.0047    Ag<br>0.0050 } |              | 0.33   | 0.19       | 0.34       | 0.37       | 0.09       | 0.15       |
| $S^{***})$    | 0.25         | 0.29         | 0.25                             | 0.30         | 0.43   | 0.19       | 0.21       | 0.50       | 0.25       | 0.54       |
| $FeS^{****})$ | 0.60         | 0.60         | ca. 0.30—0.50                    |              | 1.15   | ca. 0.55   | ca. 1.0    | ca. 0.5    | ca. 1.0    |            |

<sup>1)</sup> Schon W. Mrázek (l. c.) scheint in seiner Arbeit 1864 auf diesen Punkt aufmerksam gewesen zu sein.

<sup>2)</sup> In dieser Aufrechnung werden wir nur Schlacken mitnehmen, die möglichst frei von mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen sind; auf die vielen in der Literatur zerstreuten Analysen, die aus den früheren Jahrzehnten stammen, werden wir somit keine Rücksicht nehmen, obwohl die obigen Ergebnisse sich auch aus den Procentangaben dieser Analysen ableiten lassen.

- \*) Die totalen Eisen- und Zinkgehalte werden hier und in den folgenden entsprechenden Analysen als resp.  $FeO$  und  $ZnO$  aufgeführt.
- \*\*\*) Das Kupfer wird als  $Cu_2O$  aufgeführt, obwohl es in einzelnen Fällen zum Theil in Steinkügelchen, als  $Cu_2S$ , eingeht.
- \*\*\*\*) Unter  $S$  wird der gesammte Schwefelgehalt der Schlacke aufgeführt.
- \*\*\*\*\*) Dass das Monosulfid in den obigen Fällen in der That aus  $FeS$ , vielleicht jedoch mit einer kleinen isomorphen Beimischung von einem anderen  $RS$ , besteht, werden wir in dem mikroskopischen Theil näher nachweisen.

Alle diese sind Rohschlacken, No. 220, 73, 122—123 und 227 von Kupferwerken, No. 220 von Mansfeld (vollständige Analysen in «Schlackenstudien, I», Seite 176), No. 73 von Vigsnäs, No. 122—123 von Kafveltorp und No. 227 von Kitzbühel (Balling, Die Metallhüttenkunde, 1885, Seite 191); — No. 217 Rohschlacke von dem Silberwerke zu Kongsberg (vollständige Analysen in einer Abhandlung von mir in «Norsk teknisk tidsskrift», 1883) und No. 228—229 von dem Bleiwerke zu Freiberg (von ca. 1860)<sup>1)</sup>. Die  $S$ - und  $Cu$ -Bestimmungen in No. 220  $a$  &  $b$ , 217  $a$  &  $b$  und 73 sind von mir ausgeführt.

An den Kupferwerken zu Mansfeld, Kafveltorp und Vigsnäs sucht man durch verschiedene Maasregeln die «absetzbaren» Schlacken möglichst rein von Steinkügelchen zu halten; dass der kleine, zwischen 0.2 und 0.5 schwankende  $S$ -Gehalt in diesen Fällen hauptsächlich oder ausschliesslich dem Monosulfid zu verdanken ist, — und dass somit das Kupfer in verschlacktem Zustande<sup>2)</sup> [an Silikat gebundenes  $Cu_2O$  (oder  $CuO$ ?)] erscheint, — lässt sich auch in der That durch besondere Untersuchungen sicher constatiren.

---

<sup>1)</sup> Diese Analysen wie auch No. 234, 237—239 sind mir gütigst von der Hüttenverwaltung zur Verfügung gestellt.

<sup>2)</sup> An den Mansfeldischen Werken hat man auch vergebens die Rückgewinnung des Kupfergehaltes der Schlacke durch Schmelzung mit Eisenkies versucht.

Das Analysematerial der Mansfelder-Schlacken, -- No. *a* von einer «getemperten» und No. *b* von einer glasigen Schlacke, -- wurde vor der Analyse mit einer schweren Flüssigkeit (*Hg-K-Jodid*) behandelt; bei dem Concentrationsgrade 3.00 fiel keine Spur zum Boden<sup>1)</sup>, c: die untersuchten Schlacken enthalten keine mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen<sup>2)</sup>, -- trotzdem gaben die Analysen resp. 0.25 und 0.29 % *S*, das somit nur von dem Monosulfid<sup>3)</sup> herühren muss.

Um die Verbindungsweise des Schwefels und des Kupfers noch sicherer festzustellen ist auch eine besondere Untersuchung über die Angreifbarkeit durch Säuren zweier hauptsächlich aus Augit bestehenden Schlacken ausgeführt worden. Zum Material wurde eine «getemperte» Schlacke von Mansfeld<sup>4)</sup> und die Schlacke No. 73 von Vignäs<sup>4)</sup> gewählt; das äusserst fein zerriebene Pulver (eingewogen resp. 6.44 und 5.81 gr.) wurde zuerst 3 Stunden mit verdünnter Salpetersäure (5 cm.<sup>3</sup> *HNO* + 20 cm.<sup>3</sup> *H*<sub>2</sub>*O*) auf Wasserbad behandelt, der auflösliche Theil abfiltrirt und für sich auf *S* und *Cu* analysirt (I), -- der nicht auflösliche Theil nochmals mehrere Stunden mit mehr concentrirter Salpetersäure aufgewärmt und der extrahirbare Theil getrennt analysirt (II), -- zum dritten Mal der unauflösliche Theil mehrere Stunden mit concentrirter Salpetersäure gekocht und der auflösliche Theil analysirt (III), und zum Schluss die

<sup>1)</sup> In der krystallinischen Schlacke fiel der Augit bei sp. Gew. 2.006—2.07 aus, in der glasigen ebenfalls etwas, obwohl ganz wenig Augit bei demselben Concentrationsgrade, die Hauptmasse, das Glas, dagegen zuerst bei sp. Gew. 2.70 (zwischen 2.691 und 2.718).

<sup>2)</sup> Diese sinken nicht zu einer fein-mikroskopischen Kleinheit herunter.

<sup>3)</sup> Dies ist so äusserst fein und intim zertheilt (cfr. die weitere chemische Untersuchung), dass es sich, ob auch sein sp. Gew. höher als 3.00 sein möchte, nicht absetzen könnte.

<sup>4)</sup> Der gleichzeitig gefallene Stein enthielt resp. ca. 38 % *Cu*, 26 % *S* (Mansfeld) und 20 % *Cu*, 25 % *S* (Vignäs).

sehr beträchtliche Restmasse mit Soda-Pottasche und Salpeter aufgeschlossen und analysirt (IV). — Das in ziemlich spärlicher Menge vorhandene Glas wurde schon bei der ersten Behandlung durch die Säure aufgelöst, während dagegen der Augit sich als beinahe in Säuren unauflöslich erwies.

Die Untersuchung ergab:

|       | Schlacke von Mansfeld<br>(No. 220 c). |       | Von Vigenäs<br>(No. 73). |       |
|-------|---------------------------------------|-------|--------------------------|-------|
|       | S                                     | Cu    | S                        | Cu    |
| I     | 0.041                                 | 0.082 | 0.201                    | 0.129 |
| II    | 0.024                                 | 0.008 | 0.047                    | 0.005 |
| III   | 0.011                                 | 0.000 | 0.040                    | 0.000 |
| IV    | 0.077                                 | 0.089 | 0.130                    | 0.157 |
| Summe | 0.153                                 | 0.179 | 0.418                    | 0.291 |

Beim Vergleich der Kolonnen sieht man leicht, dass es kein constantes Verhältniss zwischen den bei jeder einzelnen Behandlung extrahirten S- und Cu-Mengen giebt, o: das Kupfer existirt nicht oder wenigstens nur, was einen kleinen Theil betrifft, in einer Schwefelverbindung<sup>1)</sup>, und das Sulfid ist so äusserst fein zertheilt, dass es theilweise als Einschlüsse in dem winzigen Augitstaube liegt und somit gegen den Angriff der Säuren geschützt wird.

Auch in den Rohschlacken von Kafveltorp, No. 122 und 123, existirt das Kupfer wenigstens zum Theil in einer Silikatverbindung, — das ausgeschiedene Mineral, Magnesiaglimmer, enthält etwas chemisch gebundenes Kupfer-

<sup>1)</sup> Das an Silikat gebundene Kupferoxydul (oder Oxyd?) ist zum Theil in den ausgeschiedenen Augit eingegangen (IV), zum Theil ist es im Glase stecken geblieben (I).



oxydul (oder Oxyd?)<sup>1)</sup>, — der Schwefelgehalt stammt somit hauptsächlich oder grösstentheils von einem Monosulfid.

In den zwei Rohschlacken von Kongsberg dagegen ist ein nicht unwesentlicher Theil des Schwefelgehaltes den mitgerissenen Steinkügelchen zuzuschreiben.

*B.* Etwas mehr basische Schlacken, mit viel *FeO* und wenig *ZnO*.

|                         | No.<br>218, <i>a</i> | No.<br>218, <i>b</i> | No.<br>218, <i>c</i> | No.<br>230, <i>a</i> | No.<br>230, <i>b</i> | No. 231 | No. 232 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|---------|
| <i>SiO</i> <sub>2</sub> | 32—34                |                      |                      | 35.05                | 31.27                | 40.48   | 37.50   |
| <i>FeO</i>              | 43—45                |                      |                      | 25.84                | 35.58                | 35.508  | 28.37   |
| <i>ZnO</i>              | 0.5— 1               |                      |                      |                      |                      | 3.405   | 4.07    |
| <i>PbO</i>              |                      |                      |                      | 0.94                 | 1.06                 | 1.964   | 0.48    |
| <i>Ag</i>               | 0.038                | 0.046                | 0.046                |                      |                      | 0.00063 | 0.0012  |
| <i>S</i>                | 1.07                 | 1.03                 | 0.86                 | 1.23                 | 0.84                 | 0.814   | 0.92    |
| <i>FeO</i>              | ca. 1.5—2.0          |                      |                      | 2—2.5                |                      | 2—2.5   |         |

No. 218, *a—c*, Konzentrationsschlacken von Kongsberg (vollständige Analysen in «Norsk teknisk tidsskrift», 1883), von den Jahren resp. 1878, 1879 und 1880; die *S*-Bestimmungen von mir, die *Ag*-Bestimmungen an dem Werke ausgeführt. — Die *Ag*-Gehalte dieser Schlacken, die des beträchtlichen Eisengehaltes wegen sich durch ein hohes specifisches Gewicht auszeichnen, und die somit sehr leicht einige Steinkügelchen zurückhalten, stammen wohl ausschliesslich von dem mechanisch mitgerissenen Steine. Dieser

<sup>1)</sup> Cfr. die Glimmeranalyse No. 120, — und «Ueber die künstliche Bildung des Glimmers» (l. c.) Seite 10—12.

enthält 24—25 % *S* und 2.5—3 oder ca. 3 % *Ag*; der von den Steinpartikelchen herrührende *S*-Gehalt der Schlacken kann somit höchstens 0.32—0.38 % betragen, — der Rest, ca. 0.50—0.75, ist dem Monosulfid zuzuschreiben.

No. 230, *a—b*. Bleischlacken von Mechernich in der Eifel (cfr. unter «Apatit»); bei der Schmelzung fiel kein Bleistein.

No. 231, Bleischlacke von Clausthal (Hampe) und No. 232 von Przibram (cfr. Balling, Metallhüttenk., Seite 86 und 128).

*C.* Basische, *ZnO*-reiche Schlacken, mit einem beträchtlichen *FeO*-Gehalte.

|   | No. 233   | No. 234, <i>a</i> | No. 234, <i>b</i> | No. 235   | No. 236 | No. 237 |
|---|-----------|-------------------|-------------------|-----------|---------|---------|
| <i>SiO</i> <sub>2</sub>                       | 30.32     | 33.00             | 33.10             | 31.15     | 28.45   | 27.15   |
| <i>FeO</i>                                    | 35.72     | 35.28             | 40.72             | 41.31     | 41.98   | 38.58   |
| <i>ZnO</i>                                    | 7.27      | 11.23             | 9.00              | 7.85      | 18.55   | 17.83   |
| <i>PbO</i> <sup>1)</sup>                      | 1.21      | 3.93              | 1.32              | 1.47      | 2.50    | 3.86    |
| <i>Cu</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sup>1)</sup> | 0.20      | 0.89              | 0.58              | 0.16      | 0.53    | 0.53    |
| <i>S</i>                                      | 1.50      | 1.71              | 1.33              | 1.86      | 1.70    | 2.27    |
| ( <i>Zn, Fe</i> ) <i>S</i> <sup>2)</sup>      | ca. 3—4 % |                   |                   | ca. 4—5 % |         |         |

<sup>1)</sup> Das Blei tritt hier in den meisten Fällen in verschlacktem Zustande auf, das Kupfer dagegen steckt grösstentheils in den Steinkügelchen.

<sup>2)</sup> Cfr. die mikroskopische Untersuchung. — Ein Theil des Schwefels wird hier überall für die Steinbeimischungen abzurechnen.

|   | No. 238, <i>a</i> | No. 238, <i>b</i> | No. 239, <i>a</i> | No. 239, <i>b</i> | No. 240 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| <i>SiO</i> <sub>2</sub> . . . .         | 23.40             | 24.00             | 23.20             | 20.70             | 28.10   |
| <i>FeO</i> . . . .                      | 45.00             | 46.45             | 47.43             | 48.82             | 47.14   |
| <i>ZnO</i> . . . .                      | 16.20             | 15.07             | 14.05             | 14.45             | 7.25    |
| <i>PbO</i> . . . .                      | 2.91              | 2.83              | 2.98              | 3.97              | 2.38    |
| <i>Cu</i> <sub>2</sub> <i>O</i> . . . . | 0.55              | 0.49              | 0.85              | 1.07              | 0.31    |
| <i>S</i> . . . .                        | 3.39              | 3.37              | 3.68              | 4.15              | 2.71    |
| ( <i>Zn, Fe</i> ) <i>S</i> . . .        | ca. 6—8 %         |                   |                   |                   |         |

Alle diese Schlacken stammen von Bleiwerken, No. 233 von Altenau (Balling, Seite 135), No. 234—239 von Freiberg (No. 234 von der Muldener Hütte, 1886, No. *a* «veränderte» Schlacke, No. *b* «absetzbare oder arme» Schlacke; No. 235 sieh B. Kerl, Metallhüttenkunde, Seite 98; No. 236 = No. 30; No. 237 von der Muldener Hütte, 1887; No. 238 *a* & *b* «veränderte» Erzschlacken von der Muldener Hütte; No. 239 *a* & *b*, resp. «einmal» und «zweimal» veränderte Schlacke von der Muldener Hütte); No. 240 von Przibram, bei Darstellung von Werkblei und Schlacke, ohne Stein gefallen (W. Mrázek, Berg- und Hüttenm. Zeit., 1864, Seite 315—316).

Auch diese Schlacken halten wohl immer, besonders des hohen specifischen Gewichtes wegen, trotz dem besten technischen Betriebe etwas Stein zurück<sup>1)</sup>; in den vorliegenden Fällen, wo nur möglichst metallarme («absetzbare» oder «veränderte») Schlacken aufgeführt worden sind, kann

<sup>1)</sup> Man vergleiche die alten Beschreibungen über die sogenannten «Skumnas»-Bildungen.

jedoch die Menge des mitgerissenen Steines sowohl der mikro- und makroskopischen Untersuchung als auch der Bestimmung der Bleigehalte zufolge, nur etwa 2—3 %, gelegentlich höchstens 4—5 %, betragen, d: ungefähr 0.4—0.6, in einzelnen Fällen vielleicht bis zu 0.8—1 % Schwefel ist der Beimischung von Stein zuzuschreiben. Je nach den verschiedenen Basicitätsgraden, Zinkgehalten usw. ist somit 1 bis 2.5—3 % Schwefel dem Monosulfid zu verdanken.

Diese Zusammenstellungen, die wir leicht durch eine Unzahl anderer Analysen complettiren und noch sicherer feststellen könnten, geben zu erkennen, dass der Monosulfid-Gehalt der  $\text{SiO}_2$ -reichen und gleichzeitig  $\text{ZnO}$ -armen Rohschlacken (mit ca. 45—50 %  $\text{SiO}_2$ ) etwa 0.5—1 % beträgt, — die fortwährend  $\text{ZnO}$ -armen, aber mehr basischen und  $\text{FeO}$ -reicheren Schlacken (mit ca. 32—38 %  $\text{SiO}_2$ ), führen etwa 1.5—2.5 %, — und endlich können die basischen und gleichzeitig  $\text{ZnO}$ -reichen Schlacken 3 bis gelegentlich 6—8 % Monosulfid aufnehmen.

Die procentischen Mengen der von den Rohschlacken aufgelösten Monosulfide werden nicht in wesentlichem Grade dadurch beeinflusst, ob der totale Schwefelgehalt der Beschickung — oder der «Steinfall» — etwas höher oder niedriger ist<sup>1)</sup>; es ergibt sich somit, dass das Auftreten der Monosulfide hauptsächlich durch die chemische Zusammensetzung des Magmas bedingt wird. — Um dies näher erörtern zu können

---

<sup>1)</sup> Wir brauchen nur kurz zu erwähnen, dass der «Steinfall» in Relation zu der ganzen Beschickung an den zwei Schmelzungen zu Kongsberg (No. 217 und 218) resp. ca. 20 und 10 % und an den Mansfeldischen Werken (No. 220) ca. 8—10 %, beträgt, während andererseits an den Bleischmelzungen zu Mechnich, Przibram (resp. No. 230 und 240) die Steinmenge so verschwindend klein — höchstens 2—3 % — ist, dass sie beinahe gänzlich ausser Betracht gesetzt werden kann, — trotzdem sind die Schlacken von den letzteren Processen viel schwefelreicher als diejenigen von den ersteren.

müssen wir zuerst die Schmelzproducte einer mikroskopischen Untersuchung unterwerfen.

$\text{CaS}$ )<sup>1</sup>,  $\text{MnS}$  und isomorphe Mischungen derselben. — Unter den hunderten von mir mikroskopisch untersuchten Hohenfenschlacken begegnen wir in sämtlichen denjenigen Fällen, wenn die Schlacken Schwefel enthalten, einigen sehr leicht zu erkennenden «Globuliten, Longuliten, Margariten und Krystalliten»; diese fehlen aber durchgängig, wenn durch die chemische Analyse kein Schwefel sich nachweisen lässt; es folgt somit, dass sie durch einen Schwefelgehalt characterisirt werden. — Die Bildungen sind durchsichtig und sehr stark lichtbrechend; unter gekreuzten Nicols er giebt sich, dass sie isotrop sind, und weil dabei auch die Krystallskelette (Fig. 21, f) nach drei auf einander senkrechten und ebenwürdigen Achsen aufgebaut sind, gehören sie unzweifelhaft dem regulären System. — Das Mineral wird selbst von ziemlich verdünnten Säuren (Salzsäure usw.), unter Entwicklung von  $\text{H}_2\text{S}$  und ohne Ausscheidung von freiem  $\text{S}$ , sehr leicht angegriffen, — das Schwefel existirt somit als Monosulfid ( $\text{RS}$ ) und nicht als Bi- oder Polysulfid<sup>2</sup>). — Dass das Sulfid nicht in irgend eine Silikatverbindung (wie z. B. Helvin) hineingegangen ist, sondern dass es für sich allein ausgeschieden ist, lässt sich leicht constatiren; wir brauchen vorläufig nur zu betonen, dass unser Mineral immer zu den ältesten Ausscheidungen der Magmata gehört, — es ist sogar noch früher als der Spinell gebildet worden; — durch die mikroskopische Untersuchung lässt sich auch feststellen, dass es genau in so reichlicher Menge

<sup>1</sup>) Das Bariumsulfid,  $\text{BaS}$ , scheint dem Calciumsulfid beinahe in jeder Beziehung zu entsprechen; das mir zur Verfügung stehende Material ist jedoch nicht genügend um dies genau zu erörtern.

<sup>2</sup>) Von dem Calcium kennt man bis jetzt zwei wasserfreie Sulfide,  $\text{CaS}$  und  $\text{CaS}_2$ , und von dem Mangan  $\text{MnS}$  und  $\text{MnS}_2$ .

vorhanden ist, wie es die Berechnung als *RS* verlangen würde<sup>1)</sup>. — Das im Laboratorium dargestellte *CaS* wird schon in kochendem Wasser, unter Entwicklung von  $H_2S$ , zersetzt; derselben Erscheinung begegnen wir auch bei den Sulfid-führenden Schlacken.

In denjenigen Fällen, wo die *RO*-Base der Schlacken = *CaO*, *MgO* (ohne *MnO*, *FeO*), ist unser Mineral ganz farblos und wasserhell; die chemische Zusammensetzung ist *CaS* oder  $(Ca,Mg)S^2)$ , und die Verbindung ist mit dem natürlichen Mineral Oldhamit<sup>3)</sup> zu identificiren.

- <sup>1)</sup> Reiner *Ca*- oder *Mn*-Helvin enthält resp. 5.4 und 4.8 % *S*; ob dies Mineral vorläge, möchte in unseren *S*-reichsten Schlacken (mit 2.5—2.8 % *S*) ungefähr die Hälfte sich zu unserem Sulfid-Mineral umgebildet haben, während wir bei der mikroskopischen Untersuchung die Menge nach Ermessen zu etwa 5—6 % bestimmen können.
- <sup>2)</sup> *Mg* geht viel schwieriger als *Ca* in Verbindung mit *S* hinein; der *Mg*-Gehalt in dem Sulfid mag somit relativ sehr klein sein. — Wie schon früher erwähnt, ist es auch eine alt bekannte Thatsache, dass die *CaO*-reichen Hohofenschlacken unter sonst identischen Bedingungen bedeutend schwefelreicher als die *MgO*-reichen hinausfallen.
- <sup>3)</sup> Dies Mineral ist früher von N. Story-Maskelyne (On the Mineral Constituents of Meteorites, Proc. of the Royal Soc., London, B. 18, 1870) in Meteoriten von Busti und Bishopville nachgewiesen worden; Spaltbarkeit nach  $\infty 0\infty$ , jedoch doppelbrechend. — Eine Analyse des hauptsächlich aus Augit und Enstatit, mit etwas Oldhamit usw. bestehenden Busti-Meteorits ergab:

| <i>SiO<sub>2</sub></i> | <i>FeO</i> | <i>CaO</i> | <i>MgO</i> | <i>K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O</i> | <i>S</i> | <i>SO<sub>3</sub></i> |
|------------------------|------------|------------|------------|---|----------|-----------------------|
| 52.87                  | 0.19       | 15.79      | 28.33      | 0.82  | 1.84     | 0.16                  |

In Uebereinstimmung mit der obigen Erörterung finden wir, dass der Oldhamit, den zwei von Maskelyne mitgetheilten Analysen zufolge, in dem einen Falle aus ca. 96.5 % *CaS* & 3.5 % *MgS* und in dem anderen aus 94.1 % *CaS*, 3.4 % *MgS* & 2.4 % *FeS* besteht, d: der *Ca*-Gehalt ist im Monosulfid sehr stark concentrirt worden. — Maskelyne glaubt, dass «the presence of such a sulphide in a meteorite shows that the conditions under which the ingredients of the rock took their present form are unlike those met with in our globe». Dieser Auffassung können

Wenn dagegen die Schmelzmassen neben  $(Ca, Mg)O$  auch  $MnO$  führen, nimmt das fortwährend ganz durchsichtige Monosulfid einen grünen Farbenton an, und zwar wird dieser, wie es durch die folgende Uebersicht näher angegeben wird, je intensiver, je höher der  $MnO$ -Gehalt beträgt<sup>1)</sup>:

|          | Schwach grün |         | Stärker grün |         |      | Intensiv dunkelgrün |         |       |       |       |
|----------|--------------|---------|--------------|---------|------|---------------------|---------|-------|-------|-------|
|          | No. (146)    | No. 183 | No. 88       | No. 149 | 2)   | No. 142             | No. 156 | No. 5 | 3)    | No. 4 |
| $MnO^3)$ | 2.7          | 3.22    | 2.75         | 4.17    | 6.7  | 10.87               | 9.23    | 14.5  | 15.68 | 32.90 |
| $CaO^3)$ | 37.3         | 41.3    | 37.9         | 44.78   | 43.1 | 37.75               | 33.46   | 33.3  | 29.06 | 24.59 |
| $S$      | ca. 1        | 0.28    | 0.37         | 1.48    | 1.42 | 2.11                | 1.17    | 1.38  | ca. 1 | 1.35  |

Dies lässt sich nur dadurch erklären, dass das Monosulfid in diesen Fällen aus  $MnS$  oder im allgemeinen aus  $MnS$  in isomorpher Mischung mit  $CaS$  besteht. — Aus der metallurgischen Erfahrung, dass Mangan noch mehr als Kalk die Bildung des Monosulfids befördert, wie auch aus der Tatsache, dass das Sulfid schon bei einer relativ kleinen Manganmenge in dem Schmelzfluss ziemlich stark grün gefärbt hinausfällt, scheint es hervorzugehen, dass der Mangan-gehalt im Verhältniss zu dem Kalkgehalte sich in das Sulfid stark concentriren muss. In No. 4, 5, 142 und 156 besteht das Sulfid somit aus reinem  $MnS$  oder aus  $MnS$  mit ganz wenig  $CaS$ .

wir nicht beitreten, im Gegentheil, das Auftreten des Oldhamits in den Meteoriten würde lieber andeuten, dass die Meteorite und unsere Schlacken usw. unter physikalisch-chemischen Bedingungen erstarrt sind, die in den grossen Zügen analog sind.

<sup>1)</sup> Die grüne Farbe der gleichzeitig  $Mn$ - und  $S$ -führenden Hohofen schlacken wird immer von dem Mangansulfid hervorgerufen.

<sup>2)</sup> Resp. No. 91 und 104 in «Schlackenstudien, I».

<sup>3)</sup> Die ganzen Mangan- und Kalkmengen der Schlacken sind als  $MnO$  und  $CaO$  aufgeführt.

Diese Verbindung entspricht in jeder Beziehung dem natürlichen Mineral Manganblende,  $MnS$ <sup>1)</sup>, das ebenfalls regulär krystallisiert und das sich durch eine dunkelgrüne Farbe, schwache Pellucidität und einen halbmatalischen Glanz auszeichnet<sup>2)</sup>; das künstliche Sulfid zeichnet sich unter anderem durch eine äusserst starke Lichtbrechung aus.

Ueber die näheren Details betreffend das Auftreten und die Entwicklung unserer Monosulfide können wir auf die vorzügliche Beschreibung und die zutreffenden Zeichnungen hinweisen, die H. Vogelsang in seiner Arbeit «Die Krystalliten» (Bonn, 1875) geliefert hat. Die von ihm sehr sorgfältig behandelten Ausscheidungen in der Hohofenschlacke von der Friedrich-Wilhelmshütte bei Siegburg (Seite 24—43 und Tafel II, III, IV, a) sind nämlich in der That mit unserem Mangan-Monosulfid identisch<sup>3)</sup>; freilich hat Vogelsang die mineralogisch-chemische Natur der Ausscheidungen gänzlich missverstanden<sup>4)</sup>, — trotzdem ist seine Darstellung musterhaft.

<sup>1)</sup> Dieser, auch Alabandin und wenig zutreffend «Manganglanz» bezeichnet, ist früher in frei entwickelten regulären Krystallen in einer Schlacke von Königshütte, von Leonhard (Hüttenerzeugnisse usw.) nachgewiesen worden. — Sidot (Comptes rendus, T. 66, 1868, Seite 1259—60) hat auch ein hexagonal krystallisirendes Mangansulfid,  $MnS$ , dem Wurtzit entsprechend, dargestellt (beim Glühen von  $MnS$  in einem  $H_2S$ -Strome). — Hauerit (Mangankies) =  $MnS_2$ .

<sup>2)</sup> Das auf nassem Wege erhaltene Mangansulfid erscheint in zwei verschiedenen Modifikationen, — eine amorphe von fleischrother und eine krystallinische von dunkelgrüner Farbe; die letztere ist mit der natürlichen Manganblende oder mit unserem in Schlacken auskrystallisirenden Mangansulfid zu identificiren. — Das grüne Sulfid wird auch beim Glühen mit Schwefel in Wasserstoffstrome erhalten.

<sup>3)</sup> Dies geht unmittelbar aus seiner Beschreibung und Abbildung hervor; zum Ueberflusse mag auch erwähnt werden, dass mir einige der Original-Präparate der erwähnten Schlacke zur Disposition stehen.

<sup>4)</sup> Es heisst hierüber in seiner Arbeit, Seite 34: «Dass in allen diesen Fällen die Krystalliten eine und dieselbe stöchiometrische Verbindung repräsentiren, ist keinesweges mit Sicherheit anzu-



Das farblose  $CaS$  und  $(Ca,Mg)S$ , das grünliche  $(Ca,Mn)S$  und endlich das intensiv grüne  $MnS$  oder  $(Mn,Ca)S$  treten immer auf genau dieselbe Weise auf, — nämlich bald in einzeln liegenden «Globuliten» oder Kügelchen (Fig. 21, a<sup>1)</sup>), bald in «Margariten» (Perlschnüren),  $\circ$ : einander stabförmig angereihten Globuliten (Fig. 21, b), und «Longuliten», mehr ründlich umgrenzten Nadeln, die oft von einem Globuliten oder Globulit-Stern ausspringen (Fig. 21, c); bald endlich begegnen wir völlig gesetzmässig aufgebauten Krystalliten (Fig. 21, e—f, cfr. auch Vogelsang, Tafel No. III), die den gewöhnlichen Magnetitskeletten entsprechen; nur nähern sich die einzelnen Bautheile mehr der sphäroidalen als der oktaëdrischen Form. — Auch bei dem Sulfid lässt sich sehr oft eine Hof-Bildung, der an Fig. 18 und 20, e dargestellten Erscheinung entsprechend, nachweisen.

Wie schon erwähnt, ist das Sulfid noch früher als die Silikatmineralien, sogar auch früher als der Spinell ausgeschieden worden; die Krystallisationsbeziehungen zwischen dem Sulfid und den anderen Mineralien ist somit im allgemeinen von einem kleinen Interesse, nur sei erwähnt,

---

nehmen; sie mögen als Eisenoxydulsilikate der Augit- oder Olivinverbindung nicht fern stehen. . . . . Es ist möglich genug, dass in ein und derselben Schlacke und selbst in ein und demselben Krystalliten die Natur und Gruppierung der Atome in allen Globuliten nicht genau dieselbe ist.» Die Bildungen wurden von ihm als ein in einem embryonalen Zustande sich befindendes Uebergangsglied zwischen Glas und Krystallsubstanz aufgefasst. — Seine Hypothese ist schon früher von Behrens und später von O. Lehmann (Zeits. f. Kryst. und Min. B. I, 1877, Seite 462—473) widerlegt worden; hier erhalten wir auch den exacten Beweis, dass die Krystalliten nicht embryonale Silikate sind, sondern ganz einfach aus Monosulfid bestehen.

- <sup>1)</sup> Die Zeichnungen sind eigentlich von einer Schlacke von Finnbo, 1880 (Analyse No. 104 in «Schlackenstudien, I») entlehnt; sie gelten jedoch genau auch für das  $(Ca,Mn)$ -Sulfid z. B. in No. 4, 5, 88, 142, 153, 156 usw., und für das  $Zn$ -Sulfid in den später aufzurechnenden  $ZnO$ -reichen Rohschlacken.

dass die noch in halb plastischem Zustande sich befindenden «Longuliten» und «Margariten» bei der Ausscheidung der Melilith senkrecht auf die Begrenzungsflächen ( $OP, \infty P\infty$ ) der Individuen eingereiht werden (cfr. Melilith, Abschnitt «Pflöckstruktur», Fig. 9).

*FeS*. — Das in den eisen- und manganfreien Hohofenschlacken auftretende Monosulfid,  $CaS$  oder  $(Ca, Mg)S$ , ist ganz farblos; schon bei einem ganz kleinen Eisengehalt, etwa 0.5—1.5 %, in der Schmelzmasse dagegen wird das Sulfid, das fortwährend durchsichtig oder lieber durchscheinend ist, gräulich gefärbt, besteht somit aus  $(Ca, Fe)S$ ; bei noch etwas höheren Eisengehalten, von ca. 2—4 %, wird es undurchsichtig und grauschwarz bis beinahe ganz schwarz gefärbt, die chemische Zusammensetzung ist also hier  $(Fe, Ca)S$  oder  $(Fe, Ca)S^1$ , und endlich in den an  $FeO$  sehr reichen, jedoch an  $ZnO$  ganz armen Rohschlacken, z. B. No. 218, 219 usw., ist das Sulfid ganz eisenschwarz; die hiesigen Schmelzflüsse enthalten im allgemeinen ganz wenig oder überhaupt gar kein  $CaO$ ,  $MnO$ ,  $MgO$  usw., das Sulfid ist somit als  $FeS^2$ , vielleicht gelegentlich mit einer Spur von  $(Ca, Mn, Zn)S$ , aufzuführen.

Dies bildet, im Gegensatz zu unseren übrigen Monosulfiden  $[(Ca, Mn, Zn)S]$ , keine grösseren «Globuliten» und «Margariten»

<sup>1)</sup> Dies Eisensulfid oder eisenreiche Sulfid verleiht den schwefelführenden Eisenhohofenschlacken von unreinem Betriebe (z. B. No. 133 und 146; mehrere Analysen in «Schlackenstudien, I», Seite 214) eine ziemlich stark graue oder grauschwarze Farbe, selbst ob der totale Eisengehalt der Schlacke nur ein Paar Procent beträgt; schwefelfreie Schlacken mit entsprechenden Eisengehalten sind dagegen licht grün oder gräulich gefärbt.

<sup>2)</sup> Bei der Behandlung mit Salzsäure oder Schwefelsäure wird freies Schwefel nicht ausgeschieden, das Mineral ist also nicht mit  $FeS_2$  oder  $Fe_3S_4$  zu parallelisiren; andererseits existirt es in der That kein Subsulfid,  $Fe_2S$ , des Eisens (cfr. E. B. Münster, Om Hytteproduktet Sten, Arkiv for Mathem. og Naturv. B. I).

oder mehr zusammengesetzte Skelette, sondern immer ein ziemlich feines Staub, das keine detaillirte Untersuchung erlaubt. — Es lässt sich nur bestimmen, dass das Sulfid undurchsichtig und metallglänzend ist, dass es im allgemeinen früher als die Silikatminerale ausgeschieden worden ist, und dass es am öftesten in kleinen kugeligen Körnern erscheint; gelegentlich begegnen wir in den hiesigen Schlacken einigen schwarzen Krystalskeletten, ob aber diese aus Magnetit oder Eisenmonosulfid bestehen, konnte nicht sicher entschieden werden. — Das Krystalsystem von  $FeS$  lässt sich nicht unmittelbar nach den Beobachtungen feststellen, ebenso wenig ist dies mit dem entsprechenden natürlichen Mineral, Troilit<sup>1)</sup>, gelungen. Nach der Analogie mit den übrigen im Schmelzfluss sich ausscheidenden Monosulfiden wie auch der Thatsache zufolge, dass  $FeS$  als isomorphe Beimischung in sehr reichlicher Menge in viele regulär krystallisirende Sulfide eingehen kann, darf man jedoch den Schluss ziehen, dass  $FeS$  wahrscheinlich regulär krystallisirt; vielleicht giebt es auch eine dimorphe hexagonale Varietät<sup>2)</sup>.

$ZnS$ , ( $Zn, Fe$ ) $S$ . — In unseren sämmtlichen zinkführenden Rohschlacken, — z. B. von Vigsnäs (No. 215), Oker (No. 216), viele Schlacken von Freiberg (No. 214 usw.) und von Burg-

<sup>1)</sup> In Meteoriten und in dem Eisenbasalt von Ovifak und Assuk, Grönland, nachgewiesen.

|                              | Regulär krystallisiren                          | Hexagonal krystallisiren |
|------------------------------|---|--------------------------|
| $CaS$ , ( $Ca, Mg, Fe$ ) $S$ | Oldhamit  |                          |
| $MnS$ , ( $Mn, Fe$ ) $S$     | Manganblende                                    | (künstlich auch hex.)    |
| $ZnS$ , ( $Zn, Fe$ ) $S$     | Zinkblende,<br>die eisenreichste $2ZnS + Fe, S$ | Wurtzit                  |
| $CdS$                        | ( $Zn, Cd$ ) $S$ , Zinkblende                   |                          |
| $NiS$ , rein                 |   | Greenockit               |
| ( $Fe, Ni$ ) $S$             | Eisennickelkies, $2FeS + NiS$<br>$9FeS + NiS$   | Millerit                 |

feldhammer bei Stollberg, Aachen, — begegnen wir, und zwar immer in sehr reichlicher Menge, den früher beschriebenen «Globuliten, Margariten, Longuliten und Krystalliten» wieder, — nur mit dem Unterschiede, dass die Farbe hier gelb oder gelbroth, statt früher weiss oder grün ist. Die Ausbildung ist in jeder Beziehung genau wie in den entsprechenden Eisenhohofenschlacken, und Vogelsang konnte ebenso gut seine Beschreibung und seine Zeichnungen z. B. von der Stollberger-Rohschlacke wie von der Friedrich-Wilhelmshütte-Hohofenschlacke entlehnt haben<sup>1)</sup>. — Weil diese gelben oder gelbrothen Skelette ausschliesslich zu den zinkführenden Rohschlacken, die sich bekanntlich immer durch hohe Schwefelgehalte auszeichnen, gebunden sind, dürfen wir ohne weiteres den Schluss ziehen, dass sie aus  $ZnS$  oder  $(Zn, Fe)S$ , gelegentlich  $(Zn, Fe, Mn, Ca)S$ , bestehen, — die meisten dieser Schlacken enthalten nur ganz wenig  $CaO$  und gar kein  $MnO$ ; — in der That ist auch unser Mineral mit Zinkblende zu identificiren: es ist isotrop und nach den Achsen des regulären Systems aufgebaut, krystallisirt somit regulär; ist durchsichtig, mit sehr starker Lichtbrechung und halbmattmetallischem Glanze, und endlich begegnen wir auch genau denselben Farbennuancen wie an der natürlichen, etwas eisenführenden Zinkblende. Zwar können wir in dieser Beziehung bemerken, dass der Eisengehalt in unserer künstlichen Zinkblende der vorliegenden Schlacken, dem Vergleich mit dem Farbentone einiger chemisch und mikroskopisch untersuchten natürlichen Zinkblenden zufolge,

---

<sup>1)</sup> Die lebhaft Beschreibung, die Stelzner (Neues Jahrb., 1882, I. Seite 173) über einige gelbe, isotrope «gerundete Körner» und «margaritenartig gegliederte Krystalliten», — deren chemische Zusammensetzung er nicht kannte, — giebt, erinnert in Bezug auf die drastische Schilderung (Vergleich mit Organismen, wie Bryozoen) an die Beschreibung von Vogelsang, welcher den Aufbau der entsprechenden Krystalliten der Hohofenschlacken mit Farnen vergleicht.

etwa 4—10 % beträgt; je höher die Zinkgehalte der Schmelzflüsse im Verhältniss zu den Eisengehalten sind, je mehr geht die Farbe des Sulfids von bräunlich oder röthlich gelb zu lichtgelb über, o: je mehr nähert sich das Sulfid zu reinem Zinksulfid,  $ZnS$ .

Genau wie in den Eisenhohofenschlacken bildet das Monosulfid auch hier die älteste Ausscheidung des Magmas; es ist sogar noch früher als Zinkspinell ausgesondert, und in dem Kern der zierlichen Magnetitskelette können wir oft einige Globuliten oder weiter entwickelte Stufen des Monosulfids beobachten; — eine Parallellität der Achsen der zwei regulären Mineralien habe ich jedoch nirgends nachweisen können. — Hie und da begegnen wir ziemlich grossen Anhäufungen von einzelnen Sulfid-Globuliten, und um diese schaaren sich wiederum eine Unzahl kleiner Spinell- und Magnetitkrystalle; die in dem Magma frei herumschwimmenden Sulfidkügelchen haben sich also zusammengeballt, und an diese festen Körper haben sich später die folgenden Ausscheidungen abgesetzt.

---

Besonders in den zinkführenden Rohschlacken ist es bei der mikroskopischen Untersuchung sehr leicht die mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen von dem Monosulfid auszuhalten: die ersteren sind undurchsichtig, stark metallglänzend (wie Magnetkies, Kupferkies, Buntkupfererz usw.) und treten immer in relativ grossen kugeligen «Tropfen» auf, das Monosulfid dagegen ist durchsichtig und krystallinisch. — Die in dem Magma frei herumschwimmenden Steinkügelchen haben oft den Dienst als Ansatzpunct für das sich aussondernde Monosulfid geleistet: in Centrum also ein Steinkügelchen, darum ein Ring von an einander zusammengebackten Zinksulfid-Globuliten und ausserhalb dieser endlich bisweilen auch ein Ring von Spinell- und Magnetitkrystallen (Fig. 22).

Auch in den zinkfreien Rohschlacken, wo die Schwefelverbindung aus dem schwarzen und undurchsichtigen Eisensulfid besteht, lässt sich dies, besonders durch die gleichmässige Vertheilung über das ganze, die winzige Grösse der Individuen usw., von den Steinkügelchen unterscheiden.

Es mag besonders hervorgehoben werden, dass sich das Monosulfid bei der Aussonderung aus den Silikatlösungen immer nach der regulären Modifikation individualisirt, — wir erhalten somit bei den Zink- und Mangansulfiden nicht die dimorphen Formen, Wurtzit<sup>1)</sup> und hexagonales Mangansulfid; weiter scheint es, dass in der Sulfidgruppe sich die Elemente *Ca, Mn, Fe, Zn* (und *Mg*<sup>2)</sup>), *Ba*?) in jedem beliebigen Verhältniss ersetzen können. Zwischen dem farblosen *CaS* und dem intensiv grünen *MnS* haben wir eine Reihe immer stärker und stärker grün gefärbter Zwischenglieder, *(Ca, Mn)S*, *(Ca, Mn)S* und *(Mn, Ca)S*, kennen gelernt; ebenfalls lässt sich nach den Farbennuancen die Serie *CaS*, *(Ca, Fe)S* oder *(Ca, Fe)S* und *FeS* constatiren, — das Glied *(Fe, Ca)S* ist jedoch bei der mikroskopischen Untersuchung nicht von *FeS* zu unterscheiden; — die natürliche Zinkblende kann bedeutend viel *FeS*, bis zu der Relation  $2ZnS + FeS$ , ebenso auch etwas *MnS* aufnehmen, und sowohl das natürliche als auch das künstliche Mangansulfid ist oft eisenhaltig.

Dass unser Monosulfid in den schmelzenden Silikatmagmata sich in aufgelöstem Zustande — wie ein Salz in Wasser — befand, ist leicht einzusehen; wir brauchen nur zu betonen, dass das ausgeschiedene Sulfid über die ganze Masse regel-

<sup>1)</sup> Dieser tritt bekanntlich in der Natur selten auf, zum Ersatz bildet er sich um so leichter auf künstlichem Wege.

<sup>2)</sup> Cfr. die Analysen des natürlichen Oldhamits.

mässig vertheilt ist, und dass «Hof-Bildungen» (wie an Fig. 18 und 20 angegeben) oft wahrzunehmen sind; endlich werden wir auch hervorheben, dass das Sulfid bei einer äusserst schnellen Abkühlung nicht Zeit fand sich krystallinisch auszusondern. Die Sulfid-führenden Schmelzmassen sind in diesen Fällen zu opaken, undurchsichtigen Gläsern erstarrt, die nicht einmal dieselbe Farbe wie das krystallinische Sulfid zu erkennen geben; — so ist das plötzlich erstarrte *MnS*-führende Silikatglas schmutzig gelb oder gelbbraun gefärbt<sup>1)</sup>, während wir in den etwas langsamer abgekühlten Theilen derselben Präparate dem grünen, krystallinischen Mangansulfid begegnen können<sup>2)</sup>).

Das gegenseitige Verhältniss der verschiedenen Metalle in dem ausgeschiedenen Monosulfid wird nicht durch die zufällige chemische Zusammensetzung der ursprünglich vorhandenen Sulfide oder Sulfate bedingt, sondern hängt von den chemischen Massenwirkungen im Schmelzfluss ab. — Z. B.: bei der Auflösung von *CaS* in einem manganreichen Schmelzfluss oder bei der Schmelzung von manganreichen Eisenerzen mit Gyps, das durch *C* zu *CaS* reducirt wird, resultirt bei der Individualisation nicht ein Calcium-, sondern ein Mangansulfid, *MnS* oder *(Mn,Ca)S*; es findet eine Umsetzung, nach der Formel



Es ist früher nachgewiesen worden, dass die Schlacken unter sonst analogen Bedingungen je mehr Schwefel (oder Sulfid) führen, je mehr basisch und je mangan- und zinkreicher sie sind. Auch bei diesen Erscheinungen muss den

<sup>1)</sup> Diese Farbenuance rührt wohl daher, dass die amorphe Modifikation des Mangansulfids gelblich oder gelbbraunlich roth gefärbt ist.

<sup>2)</sup> Diese sehr häufige Erscheinung wird, obwohl nicht ganz zutreffend, durch die colorirte Taf. V. in Vogelsangs «Die Krystalliten» erleuchtet.

chemischen Factoren die wichtigste Rolle zugetheilt werden; die Bildung des Sulfids, z. B. nach den Gleichungen  $S + C + m RO \cdot n SiO_2 = (m-1) RO \cdot n SiO_2 + RS + CO$ , oder  $FeS + C + m RO \cdot n SiO_2 = Fe + (m-1) RO \cdot n SiO_2 + RS + CO$ , geht nämlich, der Affinitätswirkungen zwischen der Kieselsäure und den Basen wegen, je leichter vor sich, je mehr basisch die Schmelzflüsse sind, und je mehr sie von denjenigen Basen, wie  $MnO$  und  $ZnO$ , enthalten, die den Reduktionsverhältnissen und Affinitäten zufolge vorzugsweise die Constitution des Sulfids befördern.

Bekanntlich wurde es zuerst von Le Play<sup>1)</sup> nachgewiesen, dass die Rohschlacken mehr Schwefel enthalten, als es von den mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen erklärt werden könnte; die von ihm aufgestellte Erklärung, der später von B. Kerl<sup>2)</sup> beigetreten wurde, war, dass »dieser überschüssige Schwefel in Einfach-Schwefeleisen vorhanden wäre, welches in den Schlacken durch die Verwandtschaft des Eisenoxydulsilikats aufgelöst ist und damit eine bestimmte Verbindung, ein Eisensulfosilikat, bildet.« — J. Percy<sup>3)</sup> hat sich gelegentlich auch zu Gunsten einer ziemlich entsprechenden Auffassung ausgesprochen; er vermuthet nämlich, dass das Sulfid der manganreichen Eisenhohofenschlacken in ein Helvin-Mineral, also in eine Verbindung  $3R_2SiO_4 \cdot RS$  oder  $[SiO_4]_3 \cdot R_7S$ , wo  $R = Mn, Fe, Zn, Be$  usw., eingehe. — Später ist diese Hypothese von A. E.

<sup>1)</sup> Le Play. Waleser Kupferhüttenprocesse. Ins deutsche von Hartmann übertragen (1851, Seite 101).

<sup>2)</sup> B. Kerl. Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde. Erster Band (1861, Seite 810).

<sup>3)</sup> J. Percy. Metallurgy, First Part (1861, Seite 34) und Metallurgy, Iron and Steel (1864, Seite 512).



Arnold<sup>1)</sup> erweitert worden: Auf Grundlage einer krystallographischen — aber nicht gleichzeitig mikroskopischen — Untersuchung einer gewöhnlichen Fayalitschlacke, die 6.1%  $FeS$  enthält, glaubt er den Schluss ziehen zu können, dass  $FeO$  (oder wohl im allgemeinen  $RO$ ) in der Olivinconstitution durch  $FeS$  (oder  $RS$ ) ersetzt werden kann<sup>2)</sup>.

Durch unsere mikroskopischen Untersuchungen hat es sich ergeben, dass diesen älteren Hypothesen kein Werth zugeschrieben werden kann; das Sulfid scheidet sich unter den vorliegenden Bedingungen, — nämlich bei schneller Abkühlung und unter dem Druck von einer Atmosphäre, — frei aus, geht somit nicht in irgend welche Sulfid-Silikate oder Sulfosilikate hinein<sup>3)</sup>.

Hiermit sei aber nicht behauptet, dass es im allgemeinen unmöglich wäre auf künstlichem Wege durch Schmelzung stöchiometrische Verbindungen zwischen Sulfid und Silikat darzustellen, — im Gegentheil, der «künstliche Ultramarin» wird bekanntlich durch Zusammenschmelzung von  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  und  $S$  fabricirt.

<sup>1)</sup> A. E. Arnold. «Note on a crystallised Slag isomorphous with Olivine», Min. Mag. and Journ. of the mineral. Soc. of Gr. Brit. and Ireland, Vol. III, No. 14, Oct. 1878; mit Zusatz von C. O. Trechmann, dieselbe Zeits., Vol. IV, No. 19. April 1881.

<sup>2)</sup> Mehr ausführliche Erörterung und Kritik seiner Hypothese in «Schlackenstudien, I», Seite 192—194.

<sup>3)</sup> Dies ist wohl auch die stillzweigende Voraussetzung der meisten Metallurgen; in den Analysen der Hohofenschlacken wird im allgemeinen der Schwefel einfach in der Verbindung  $CaS$  aufgeführt, in der That existirt es auch am öftesten als  $CaS$ , gelegentlich jedoch als  $(Ca,Mn)S$ ,  $MnS$  usw. — Betreffend die Rohschlacken ist W. Mrázek (Ein Beitrag zur Theorie der Przibramer ordinären Bleiarbeit, Referat in Berg- und hüttenm. Zeitung, 1864, Seite 315) mit Hülfe einiger Analysen und Schmelzversuche zu einem ziemlich ähnlichen Resultat erlangt; weil er aber die mikroskopische Untersuchung nicht mitnehmen konnte, — seine Arbeit wurde in 1862—63 ausgeführt, — hat er wie so viele andere frühere Forscher die mechanisch mitgerissenen Steinkügelchen nicht distinct von dem ursprünglich in aufgelöstem Zustande sich befindenden Monosulfid aushalten können.

Neulich hat auch C. Rammelsberg<sup>1)</sup> ein tetragonales Mineral untersucht, dessen Zusammensetzung er durch die Formel  $2CaS + 6Ca_3SiO_5 + Al_2SiO_5$  ausdrückt.

Als Producte analoger Art fasst er die Sulfid-reichen Gehlenitschlacken auf, besonders hebt er hervor, dass die von Percy analysirte Schlacke von Dawes Hohofen bei Oldbury (No. 164) wahrscheinlich eine stöchiometrische Verbindung  $CaS + 5(Ca_3SiO_5 + Al_2SiO_5)$  sei.

Es ist früher nachgewiesen worden, dass das Sulfid in diesen Schlacken nicht in die Constitution des Silikats hineingeht, auch nicht ist die Möglichkeit von einer mechanischen Beimischung des Sulfids bei dem von Rammelsberg untersuchten Mineral gänzlich ausgeschlossen.

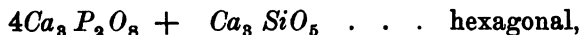
### Apatit.

Es ist schon lange bekannt gewesen, dass der Apatit nach verschiedenen Sublimationsmethoden, — Einwirkung von Phosphorchlorid-Dämpfen auf erhitzten Aetzkalk, Kalkhydrat oder Kalkkarbonat, oder von Salzsäuredämpfen auf glühenden Calciumphosphat, — und durch Schmelzung des Calciumphosphats in Natrium- oder Calciumchlorid oder des Natriumphosphats in Calciumchlorid oder -fluorid, usw., sich darstellen lässt; dagegen waren die chemisch-physikalischen Bedingungen für die Bildung des Apatits in den gewöhnlichen Silikat-Schmelzflüssen bis zu der neuesten Zeit eine offene Frage<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> C. Rammelsberg. Ueber einige seltene Producte der Sodafabrikation (Thonerde-Kalksilikat, verbunden mit Schwefelcalcium). Journ. f. pract. Chemie, 1887, B. 35.

<sup>2)</sup> In Rosenbusch, Mikrosk. Phys. d. Min. (1885), heisst es hierüber: «Die Darstellung des Apatits aus geschmolzenen Silikatmagmen ist bisher nicht gelungen»; — und in Bourgeois, Re-

Die krystallinischen Aussonderungen der Thomasschlacken, — die am Ende des Processes aus etwa 14—25 %  $P_2O_5$ , 4—12 %  $SiO_2$ , 40—50 %  $CaO$  nebst etwas  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$  usw. bestehen, — sind in den letzteren Jahren der Gegenstand eines eifrigen Studiums<sup>1)</sup> gewesen, und zwar ist es gelungen eine Reihe zum Theil neuer Verbindungen festzustellen, nämlich nach Bücking und Linck:



daneben auch mehrere nicht bestimmbare Mineralien.

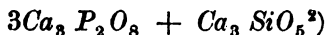
Die erstgenannte Verbindung stimmt mit Bezug auf das Krystallsystem, das sp. Gewicht (3.153—3.155, bei dem natürlichen Apatit 3.16—3.22) und den lang-säulenförmigen Habitus der Individuen mit dem natürlichen Apatit überein; dabei enthält sie auch eine Spur Chlor. Weil endlich auch  $Ca_3P_2O_8$  in beiden Fällen das bei weitem wichtigste Glied der Constitution bildet, — indem die künstlichen Krystalle nur 3.81 %  $SiO_2$  enthalten, — ziehen Bücking und Linck den Schluss, dass das Mineral «als eine dem Apatit nahestehende und ihm analog constituirte Verbindung aufzufassen ist».

---

production artificielle d. min. (1884): «On n'a pas réussi jusqu'à présent à obtenir l'apatite en association avec des silicates, à la façon de l'apatite des roches».

- <sup>1)</sup> G. Hilgenstock, in Stahl und Eisen, 1883, No. 9 und 1886, No. 8. — A. Carnot und A. Richard. Comptes rendus LXXXVIII, Seite 320, und Bull. de la Soc. min. de la France, 1883. — A. v. Groddeck und Broockmann, in Stahl und Eisen, 1884, No. 3. — Bücking und Linck «Ueber die Zusammensetzung der Thomasschlacke», auch Résumé der früheren Ergebnisse enthaltend, Stahl und Eisen, 1887, No. 4. — I. E. Stead und C. H. Ridsdale «Basic Slag, its Formation, Constitution etc.», mit Appendix von H. A. Miers, The journal of the Iron and Steel Institute, 1887, I, und Journal of the Chemical Society, July, 1887. — G. v. Rath «Schlackenkrystalle von der Form des Babingtonits», Niederrh. Ges. f. Natur- und Heilkunde, 1887, No. 44, Seite 285.

Auch Stead und Ridsdale haben in der Thomas-schlacke ein hexagonal krystallisirendes Phosphat (oder Phosphat-Silikat) gefunden; die mitgetheilte Analyse, die wohl an etwas unreinem Material ausgeführt worden ist<sup>1)</sup>, stimmt sehr gut mit derjenigen von Bücking und Linck überein (die ersteren haben 3.90, die letzteren 3.81 %  $\text{SiO}_2$  gefunden). Wenn ein kleiner  $\text{S}$ -Gehalt, mit  $\text{Ca}$  zu  $\text{CaS}$ , und das  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , mit  $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})\text{O}$  zu  $\text{RFe}_2\text{O}_4$ , abgerechnet wird, und endlich etwas Vanadinsäure mit Phosphorsäure zusammengehalten wird, entspricht das Mineral ziemlich genau der Formel



Eine nähere Untersuchung dieser hexagonal krystallisirenden Doppelverbindung zwischen Phosphat und Silikat würde sehr wünschenswerth sein.

Diejenigen Schmelzflüsse, in denen dies Apatit-Mineral individualisirt worden ist, weichen der sehr hohen Phosphorsäure- und der ganz niedrigen Kieselsäure-Gehalte wegen so bedeutend von den gewöhnlichen Silikatmagma ab, dass der Krystallisationsprocess nicht unmittelbar die Bildung des Apatits in den Eruptivgesteinen erklären kann.

Wir gehen jetzt zu der Beschreibung einer gewöhnlichen Silikatschlacke, — Blei-Ofenschlacke von Mechernich in der Eifel, — wo Apatit sich ausgeschieden hat, genau dem Auftreten in den Eruptivgesteinen entsprechend.

An dem betreffenden Werke wird der zu einem Gehalt von etwa 60—70 % Blei aufbereitete Bleiglanz, nach beendigtem Todtrösten, in den gewöhnlichen Halbhohofen zu Blei redu-

<sup>1)</sup> Das Material wurde nicht mit einer schweren Flüssigkeit isolirt.

<sup>2)</sup> Eigentlich genau:  $3.4\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + [(\text{CaO})_{3.4}\text{SiO}_5]$  Wegen der Unreinheit des Materials kann das Resultat nicht grosse Ansprüche an Genauigkeit machen.

cirt; als Flussmittel wird Kalk und Puddelschlacken zugesetzt, und zwar bei meinem Besuche (Juni 1885), von welcher Zeit die untersuchten Schlacken stammen, in dem Verhältniss: 100 Theil todtgeröstetes Erz, 45 Theil Puddelschlacke und 40 Theil Kalkstein.

Die Schlacken werden dementsprechend ziemlich basisch und reich an  $\text{CaO}$  und  $\text{FeO}$ , mit etwas  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$  usw. nebst etwas  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; zufolge der zwei früher mitgetheilten Analysen (No. 230) enthalten sie

31—38 %  $\text{SiO}_2$     21—32 %  $\text{FeO}$

19—22 %  $\text{CaO}$     8—11 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$

0.8—1.2 %  $\text{MgO}$     1—2 %  $\text{MnO}$ , usw.

Die als Zuschlagsmaterial gebrauchten Puddelschlacken führen immer einige Procent  $\text{P}_2\text{O}_5$ , unter dem jetzigen Betriebe bei den deutschen Eisenwerken im allgemeinen etwa 3—5 %. Der Phosphorsäure-Gehalt der resultirenden Bleischlacken kann somit zu ungefähr 1—2 % geschätzt werden.

In den Drusenräumen der von mir mitgebrachten Schlackenproben finden wir, neben einer Unzahl kleiner, nadelförmiger Olivinkrystalle —  $(\text{Fe}, \text{Ca})\text{O}$ -Olivin, von  $\infty \bar{P} \infty . 2 \bar{P} \infty . \infty P$  begrenzt, säulenförmig nach der Brachyachse (Seite 21), -- einige kleine, dünne, sechsseitige Tafelchen, die wir als Apatit bestimmen können. — Die Krystalle, mit der Tafelfläche ( $OP$ ) auf ein Präparatglas gelegt, geben bei der Untersuchung in conv.-polarisirtem Lichte ein breites Kreuz, das sich beim Drehen nicht ändert, o: unser Mineral ist opt. einachsigt. Die äussere Begrenzung ist ein reguläres Sechseck, die Aufbaurichtung folgt einem sechsgliedrigen Stern (siehe Fig. 23), das Mineral krystallisiert somit hexagonal. — Die Balken unter conv.-polarisirtem Lichte sind breit und verschwimmend, die zwei Püncte, zu denen das Kreuz bei der Einschiebung der  $\frac{1}{2}$ -Undulations-Glimmerplatte zerfällt, treten bei den immer ganz dünnen Kry-

stallen (Dicke<sup>1)</sup>) etwa 0.1—0.3 mm. bei einer Breite von ca. 0.5—1.5 mm.) ausserhalb des Lichtfeldes hinaus; die Doppelbrechung ist also ganz schwach, — leider so schwach, dass ihre Art sich nicht bestimmen liess. — Die Krystallsubstanz ist, völlig durchsichtig und farblos, jedoch mit einer fraglichen, schwach gelben Nuance.

Die frei ausgepflückten Krystalle werden von verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure sehr leicht aufgelöst und geben bei einem Zusatz von molybdänsaurem Ammoniak einen sehr bedeutenden Niederschlag von molybdän- und phosphorsaurem Ammoniak; sie enthalten also eine reinliche Menge von Phosphorsäure<sup>2)</sup>. Ebenso giebt eine mikrochemische Untersuchung (Auflösen in  $HCl$ , Zusatz von  $H_2SO_4$ , Krystallisation von Gyps) einen sehr bedeutenden Gehalt von Kalk, und (nach Zusatz von Ferrocyankalium) ein ganz wenig Eisen; der letztere Gehalt mag jedoch vielleicht von den mitfolgenden Verunreinigungen herrühren. In der schwefelsauren Lösung schied sich bei Zusatz von Cäsiumchlorid kein Cäsiumalaun aus,  $\therefore$  die Krystalle enthalten keine Thonerde. Bei dem Auflösen in Säuren wurde gelatinöse Kieselsäure nicht beobachtet; eine nennenswerthe Menge von Kieselsäure kann somit nicht vorhanden sein, jedoch ist die Möglichkeit eines ganz kleinen Gehaltes davon nicht ausgeschlossen.

Weitere chemische Untersuchungen wie auch eine Bestimmung des specifischen Gewichtes lassen sich, aus Mangel an genügendem Material, nicht ausführen.

---

<sup>1)</sup> In den centralen Parteien, wo die Dicke am grössten ist, sind die Krystalle so stark von einer dunklen Substanz ( $FeS$ , schmutzigem Glas) verunreinigt, dass sie das Licht nicht durchlassen.

<sup>2)</sup> Zu dieser mehrmals wiederholten Probe wurden nur beinahe ganz reine Krystalle gewählt, und die salpetersauren Auflösungen wurden immer zuerst, des möglichen kleinen Kieselsäuregehaltes wegen, eingetrocknet; der grünlich-gelbe Niederschlag zeigte die charakteristischen oktaëdrischen und rhombendodekaëdrischen Formen.

In einem mikroskopischen Präparat der Schlackenmasse finden wir unser hexagonales Mineral, das etwa 2—4 % der ganzen Masse bildet, wieder, nur sind die Krystalle hier nicht tafelförmig, sondern säulenförmig entwickelt. Die kleinen Querschnitte (Diameter ca 0.05—0.1 mm.), die eine scharfe, sechsseitige Begrenzung zeigen, sind unter gekreuzten Nicols völlig isotrop; an den bis 0.5—1.5 mm. langen Verticalschnitten gehen die Interferenzfarben nicht über das graublau bis höchstens lavendelblau erster Ordnung hinüber. Die säulenförmigen Krystalle zeigen beinahe immer eine Spaltbarkeit oder Quergliederung  $\neq OP$ ; dabei scheint es auch eine Spaltbarkeit  $\neq \infty P$  zu geben.

Die hexagonalen Krystalle sind immer auf einem früheren Stadium als das in der Schlacke auftretende Silikatmineral, Olivin, ausgeschieden worden; die Querschnitte liegen, mit der scharfen idiomorphen Contur, in die Olivine eingeschlossen, und im Längenschnitt setzt das Mineral oft kreuz und quer durch mehrere Olivinkrystalle hindurch. — Die Enden der Längenschnitte verlaufen theils unregelmässig, theils sind sie gesetzmässig durch  $OP$  begrenzt.

Die Bestimmung des Minerals kann diesen Kriterien zufolge nicht fraglich sein: es ist ein  $CaO$ -reiches Phosphat, vielleicht mit etwas  $FeO$ , möglicherweise auch mit einer Spur  $MnO, PbO, MgO$ <sup>1)</sup>; ohne  $Al_2O_3$ ; ohne oder mit ganz wenig  $SiO_2$ . Mit dem Apatit stimmt es dabei mit Bezug auf das Krystallsystem, die äusserst niedrigen Interferenzfarben und die Spaltbarkeit (oder Quergliederung); endlich ist es auch, wie der Apatit der Eruptivgesteine, früher als die Silikatmineralien ausgeschieden worden.

Es gehört somit unzweifelhaft der Apatitgruppe; damit

---

<sup>1)</sup> Die Schlackenmasse enthält 1—2 % von jedem dieser Bestandtheile.

darf aber nicht behauptet werden, dass es genau der Zusammensetzung  $3R_3P_2O_8 \cdot R(Cl,Fl)_2$  oder  $R_5(PO_4)_3(Cl,Fl)$ , wo  $R = Ca, Fe, Mn, Pb$  usw., entspreche, — im Gegentheil, die Formel des Apatits scheint den Untersuchungen von J. A. Voelcker<sup>1)</sup> und besonders von Bücking und Linck (l. c.) zufolge etwas ausgeweitet werden zu müssen. Voelcker erlangt zu dem Resultat, dass bei dem natürlichen Apatit das Complex  $Ca(Cl,Fl)_2$  zum Theil durch  $CaO$  ersetzt werden kann<sup>2)</sup>, und nach Bücking und Linck kann es gänzlich durch ein Kalksilikat ( $Ca_3SiO_5$ ) remplatziert werden.

Ein ganz analoges Auftreten von Apatit in Schlacken beschreibt auch neulich W. M. Hutchings<sup>3)</sup>, der unser Mineral ebenfalls in einer Bleiöfenschlacke (mit etwa 30 %  $SiO_2$ , reich an  $CaO$  und  $FeO$ ) von einem englischen Werke, wo wiederum phosphorsäurereiche Schlacken als Flussmittel zugesetzt wurden, nachgewiesen hat. — In den Drusenräumen erreichen die frei entwickelten, lang-säulenförmigen Krystalle, die nach dem Krystallsystem und den  $P_2O_5$ - und  $CaO$ -Gehalten bestimmt wurden, eine Grösse bis  $\frac{1}{4}$  Zoll; zufolge einer mikroskopischen Untersuchung der Schlackenmasse ist der Apatit auch hier früher als das Silikatmineral, Olivin, ausgeschieden worden.

Den Angaben von Hutchings zufolge wird der Apatit in der betreffenden Schlacke täglich und constant gebildet, und dies scheint auch mit den Mechnicher-Schlacken der

<sup>1)</sup> Die chemische Zusammensetzung des Apatits nach eigenen vollständigen Analysen. Berichte d. deutschen chem. Gesellsch., No. 16, Seite 2460.

<sup>2)</sup> Dies wird jedoch von M. Weibull (Ueber einen Manganapatit nebst einigen Bemerkungen über die Zusammensetzung des Apatits. Ber. d. d. chem. Ges., B. 20, Seite 1525) bezweifelt.

<sup>3)</sup> On the Occurrence of Apatite in Slags. Nature, Sept. 15, 1887.



Fall zu sein, indem die drei von mir mitgebrachten Proben sämtlich Apatit enthalten.

In den übrigen von mir mikroskopisch untersuchten Schlacken ist Apatit nie mit voller Sicherheit nachgewiesen worden; dies rührt aber beinahe in sämtlichen Fällen daher, dass die Schlacken, — nämlich alle Hohofen-, Bessemer-, Martin-, Schweißsofen- und Rohschlacken von den skandinavischen Werken, — nur eine Spur, etwa 0.005—0.05 %  $P_2O_5$  enthalten. — In einigen auswärtigen Hohofenschlacken, die mehr, obwohl freilich auch ziemlich wenig  $P_2O_5$  führen (z. B. No. 153 und 161), beobachtet man hie und da einige wasserhelle, lang-säulenförmige Krystalle, mit ganz niedrigen Interferenzfarben; die Individuen, die sich noch früher als die begleitenden Silikatminerale ausgeschieden haben, sind jedoch so winzig, dass eine weitere Untersuchung sich nicht durchführen lässt. Es ist möglich, dass sie aus Apatit bestehen, — allenfalls warnen sie uns davon aus dem scheinbaren Fehlen des Apatits in den Hohofenschlacken negative Schlüsse zu ziehen.

Nur mag es befremden, dass sich kein Apatit in der aus Olivin und Glas bestehenden «basischen Martinschlacke» von Denain (No. 2—3), die ca. 0.5—2.0 %  $P_2O_5$  enthält, ausgeschieden hat; der Phosphorsäuregehalt muss hier im Glase stecken.

Dem obigen Nachweis von Apatit in den Bleiöfenschlacken zufolge scheidet sich ein Apatitmineral in den mässig basischen und  $CaO$ -reichen Silikatmagma leicht und willig aus, ganz wie in den Eruptivgesteinen; es ist somit für die Bildung des Minerals ziemlich gleichgültig, ob die Abkühlung der Schmelzflüsse nur einige Stunden, wie bei den Schlacken, oder tage- bis jahrelang, wie bei den Eruptiven, dauert, — ob die Erstarrung bei einem Druck von einer oder von

Fig. 15. (9%)

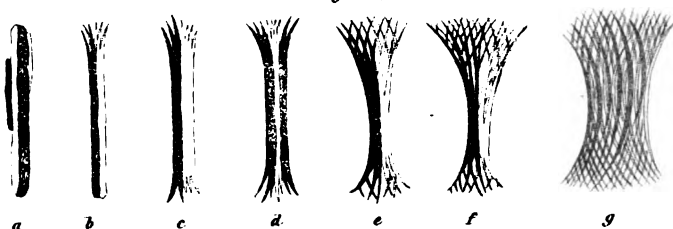


Fig. 16. (20%)

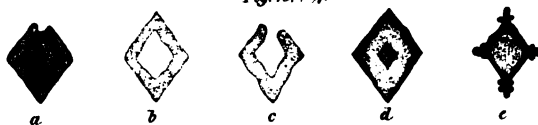
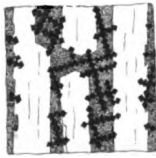


Fig. 17a



(30%)

Fig. 17b.



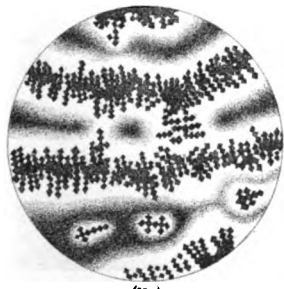
(40%)

Fig. 17c.



(50%)

Fig. 18.



(20%)

Fig. 19a.



(80%)

Fig. 19b.

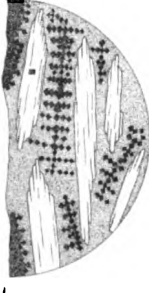


Fig. 20. (20%)

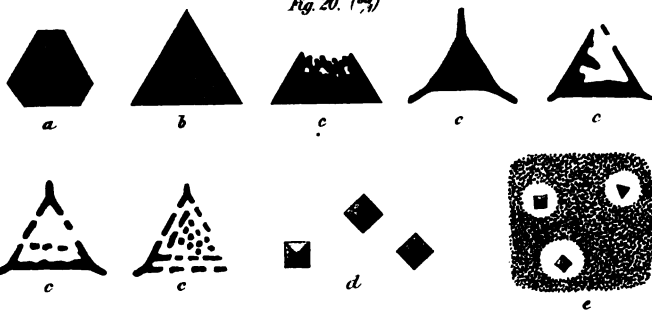




Fig. 15. ( $30\times$ )

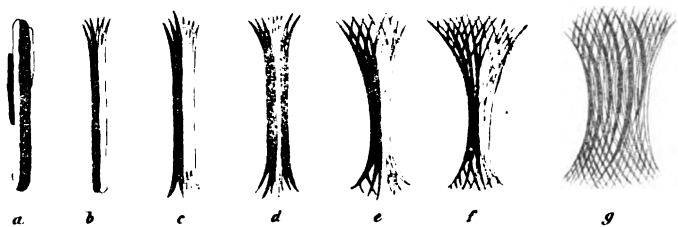


Fig. 16. ( $30\times$ )



Fig. 17a



Fig. 17b.

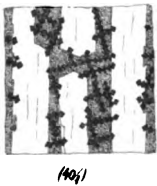


Fig. 17c.



Fig. 18.



Fig. 19a.

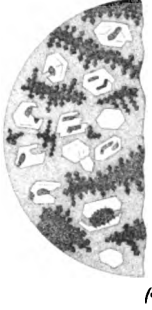


Fig. 19b.

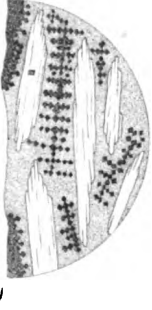
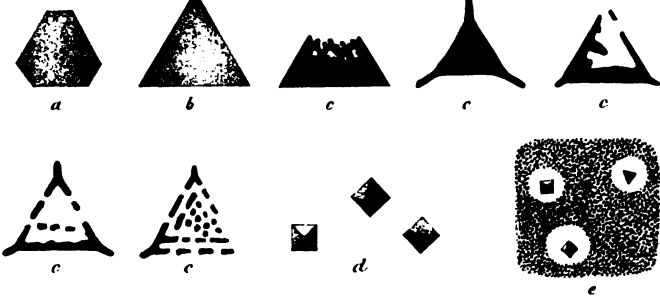


Fig. 20. ( $30\times$ )





zehn oder hundert Atmosphären stattfindet, — ob die Temperatur etwas höher oder niedriger ist, -- und endlich, ob die **Magmata** Wasserdämpfe und andere «agents minéralisateurs» (wie freie Fluss- oder Salzsäure oder Chloride oder Fluoride) enthalten oder nicht. Es ist ausschliesslich oder hauptsächlich die starke Affinität zwischen  $CaO$  und  $P_2O_5$ , auf welche die Bildung des Minerals zurückzuführen ist.

(Fortsetzung folgt).

---

## Nerver i Hummerens Ovarie.

Af

Dr. med. Vedelér

---

I Annales des sciences naturelles, T. IX og X, findes en overmaade nøiagtig Afhandling af Victor Lemoine: «à l'histoire des systemes nerveux, musculaires et glandulaires de l'ecrevisse», hvor der ogsaa er taget Hensyn til homerus. Nervernes Beskrivelse er dog mest makroskopisk, og Ovariet kun lidet gjennemgaaet. I «Eierstock und Ei», Waldeyer, omtales Krebsens Ovarie, men kun forsaavidt det egentlige ægførende Parenchym angaar. Dette er alt, hvad jeg har kunnet finde af Litteratur.

Fjerner man Skjoldet og den underliggende bløde Hud fra en Hummer, ser man i Midten den forenede Bryst- og Bughule og til Siderne begge Gjællerummene. Øverst i den første, omgivet af hvad der meget uegentlig kan kaldes Perikardiet, ligger Hjertet. Fra dettes forreste Del udgaar den uparrede Hovedarterie og de to Sidearterier til Øinene og Antennerne; fra den bagerste Del gaar arteria abdominalis næsten lige til Halespidsen, og nedad arteria sternalis, der stikker omtrent lodret i Dybden, til Bugstrengen. Lige under og parallel med Blodkarsystemet ligger Mavesækken og Tarmkanalen. Midt imellem det første og det sidste det parrede Ovarie. Hos det levende Dyr har det

en mørkegrøn Farve, bestaar af to Sidehalvdele, der ere runde, høiest 5 mm. tyk, aldeles jevne og forenede med et meget kort Midtparti, som har samme Form og Tykkelse, som Sidehalvdelene selv. Ovariet ligner derfor fuldstændigt et latinsk H, hvor de bagerste Ender er længere end de forreste.

Strax foran Midtpartiet afgaar der fra hver Sidehalvdels nedre Flade en særskilt Udførselsgang til Bugsiden, hvor de aabne sig i tredje sidste Par Kropsfødders Grundled.

Ovariet har intet helt Mesoovarie, men er ved en Mængde finere og grovere Bindevævsstrænge, hvori Kar og Nerver findes, fæstet til Mavesækken og Tarmkanalen, bagtil ogsaa til Arteria abdominalis. Paa Ovariets Overflade aftegner *Nitras argenticus* intet, som kan sammenlignes med Endothelets zirlige Konturer, det er kun de Figurer, der tilhører Kitsubstanten imellem de glatte Muskelceller, som kommer frem. Ovariet har altsaa ingen beklædende Hinde, Muskelsubstanten, som sammen med Bindevæv danner Ovariets Væg, ligger blottet. Muskelcellerne bestaar hovedsagelig af lange, spindelformede Figurer, men der findes og mange forgrenende, Udløbernes Antal kan blive saa mange, og selve Muskelcellens Legeme saa lidet, at Overgang til Bindevævslegemer synes at være tilstede. De glatte Muskelceller er kittede sammen til bredere og smalere Baand; disse anastomiserer og krydser i alle mulige Retninger, herved dannes et Gitterværk af over hinanden liggende Masker; nogen egentlig Afleiring i Lag kan altsaa ikke paavises i Væggen, som knapt er 0.5 mm. tyk.

Ovarialvæggen faar sin Blodforsyning dels fra den forreste, dels fra den bagerste Aorta. Hovedarterierne ere usædvanlig tykke, men Væggen bestaar kun af en strukturløs Intima og en Externa, som udelukkende dannes af Bindevæv med store runde Kjerner. Denne Mangel paa en muskuløs Media forklarer det egne Udseende, som de



vise i sit Tversnit, nemlig som en meget lang Spalte. Figur 14 a.. Deres Retning er som oftest parallel med Ovariets Længderetning, og paa et Tversnit af dette sees almindelig trende saadanne Spalteaabninger, der ved første Syn vistnok vil forvirre de Fleste lidt. Fra Hovedarterierne udgaar der mindre Grene, og fra disse igjen endnu mindre, som trænge ind i Ovarialparenchymet. Et egentlig Kapillarkarnet findes som bekjendt ikke hos Hummeren: Fra de fineste Arterier gaar Blodet ud i et venøst Lacunesystem, hvis Vægge man ei kan se (hvis de existere); man kan kun slutte sig til Hulrummene, idet man finder Blodlegemer liggende midt i Vævet.

Lemoine har i sit mærkelige Arbeide vist, at Ovarierne synes at faa sine Nerver saavel fra Nervus cardiacus, det vil sige fra den forreste Del af Bugstrængen, som fra den bagerste Del, igjennem Intestinalkanalens Nerver. I Ovarialvæggene ere de større Stammer forholdsvis let at se, saavel ved Guldmethoden, som naar man farver den levende Hinde i Hæmotoxylin, efterat have ladet en svag Edikkeopløsning virke paa den en kort Tid. De ere snorrette, aldeles glatte, dobbelt konturerede, uden Spor af Kjerner eller Figurer i det Hele taget, have forskjellig Tykkelse, og løbe i lange Strækninger aldeles udelte, men anastomoserer dog ogsaa ved forholdsvis korte, ligeledes snorrette Tvergrene, der afgaa under meget spidse Vinkler Fig. 1. Under deres videre Forløb afsender de, ligeledes under spidse Vinkler, finere, ligesaa snorrette Grene. De sidste Forgreninger ere yderst fine Traade, der ligesom linjeret ned, saa bestemt er Kontur og Retning, gaar under en meget spids Vinkel paa skraas over de glatte Muskelceller, og, hvor de da berøre Kanten af disse, ofte have et fint Punkt, som vel maa ansees for deres Muskelplade. Nogen fri Ende er det ikke lykkes mig at se; hvor den syntes at være tilstede, var det kun Nerven, som var overrevet, idet

den gik over paa over- eller underliggende Muskelceller. Der er altsaa al Grund til at tro, at selv de fineste Grene anastomiserer indbyrdes eller gaa over til andre grovere Nerver. For det sidste taler et Billede, Fig. 2, som ikke sjelden findes; man ser nemlig fra den samme Nervetraad udgaar fineste Traade saavel i Retning mod Peripherien som mod Centrum, altsaa saavel forover som i Retning til Hovedstammen. Til at paavise denne Del af Nerverne har Guldmetoden vist sig aldeles uskikket, trods mange Forsøg. Ved at hærde i Chromsyre derimod, hvorved Ovarialvæggen bliver noget sprød, og ved at farve med Hæmatoxylin, lykkes det ikke saa vanskeligt at rive tynde Muskelpartier af, som kun bestaar af et Lag Muskelceller, hvor Nerverne da sees som fine blaa Streger. End tyndere end Ovariets Væg ere de to Udførselsganges. Selve Kanalen er 2 mm. bred, og Væggen knapt 0.3 mm. Den bestaar af Bindevæv iblandet Muskelceller. Den er ikke bedæket af nogen Endothelbelæg, men har en storartet Slimhinde, som bestaar af lange Cylinderepithelceller, der hviler paa en strukturløs Grundmembran. I tom Tilstand er der mange Bugtninger, saa at Kanalens Lumen er meget uregelmæssig. Fig. 3 viser en mindre Del af Slimhinden. I Ovariet selv er der en Centralkanal; for at naa denne maa Slimhinden i Udførselsgangen, der udgaar fra Ovariets bagerste Flade, og er flere Gange smalere end selve Ovariet, lidt efter lidt trænge frem til Centrum. I et Tværsnit af Ovariet lige ved Udførselsgangens Afgang ligger dennes Slimhinde inde i Ovariets Masse klemmt op til den ene Side Fig. 4. Eftersom Snittene blive gjort høiere op, nærmer Tværsnit af Udførselsgangens Slimhinde sig lidt efter lidt Centrum.

I denne Del af Udførselsgangens Slimhinde, som ligger altsaa midt i Ovariet, finder man ofte enkelte Øer af vir-

kelig Ovarialstroma, og her har man da let for at studere Folliklernes Udvikling. Fig. 5.

Man ser det yderste Bindevævslag, den strukturløse Grundmembran, hvorpaa det langstrakte Cylinderepithel sidder. Midt imellem disse finder man tydelige større Follikler, b, men og en aflang Hob, a, af Primordialæg, omgivet som af en fin Hinde med spindelformede Kjerner. Fig. 6 er den samme forstørret, Zeiss 2. F. Den ligner fuldstændig den, som fandtes i Torskens Ovarie. De 7 ved Hæmatoxylin blaaviolet farvede Kjerner ere omgivne af et ved Eosin rødfarvet Protoplasma, hvis yderste Begrænsning dog ikke kan adskilles fra hinanden. Udenom er der en fin Hinde, hvori der ligger blaaviolette Kjerner, hvis Form er noget forskjellig, hvad der beror paa, hvorledes de er trufne af Snittet; nederst sees en, som holder paa at dele sig. Man har disputeret meget om, hvorfra Follikel-epithelet kommer, enten fra de Primordialæggene omgivende Celler, Kimepithelet, eller fra det hosliggende Bindevæv. Hos mange Dyr er det meget vanskeligt at afgjøre dette, men hos Hummeren synes alt at tyde paa, at Bindevævet Intet har dermed at gøre. Primordialfolliklen ser vi jo, før den støttende Grundmembran er forsvundet. Det kan kun være fra det langstrakte Cylinderepithel, som her repræsenterer Kimepithelet, at de Primordialæggene omgivende Kjerner kan skrive sig.

Den videre Uddannelse af Folliklerne sker nu paa samme Maade som hos Torsken. Fig. 7 er en Primordialfollikel, hvis yderste Begrænsning kun synes at bestaa af en Celle, forsaavidt man kan dømme af de tilstedeværende Kjerner. I Fig. 8 er der skeet Deling, man finder to Kjerner. I Fig. 9 er Delingen skredet videre frem, der er fire Kjerner. Fig. 10 viser 3 Primordialfollikler liggende ved Siden af hinanden i selve Slimhinden, hvis Grundmembran endnu

existerer, og følgelig viser, at Bindevævlaget, der ligger under, endnu Intet har med Primordialfolliklen at bestille.

Eftersom Folliklerne bliver større findes de nærmere og nærmere Ovariets begrænsende Muskelhinde, Fig. 11, samtidig svinder Grundmembranen, og det udadliggende Bindevæv begynder at proliferere og trænge ind imellem og om Folliklerne, medens at Follikepithelet fortsætter sin Deling, og endelig har man da den modne Follikel, hvor der yderst er et meget tyndt Bindevævlag, theca folliculi, a, et enradet Epithel, dannet af kubiske Celler, b, en enkelt Blommeseækhinde, c, hvori det ikke er lykket mig at opdage Porer, saa Blommekuglerne, d, omgivne af en fintpunkteret Masse, i Midten den store Vesicula germinativa, med den store Macula germinativa. Fig. 12 og 13.

I Hummerens Ovarie er der ikke nogen Lameldannelse som hos Torsken. Dette sees bedst ved et Længdesnit af et Stykke af Ovariet. Folliklerne sidde i en uafbrudt Række over hinanden, de modne ud mod Vægge, Primordialægghobene ind mod Centrum. Følgen heraf er, at paa et Tversnit er Ovarialstomaet bestaaende af Sektorer; en saadan er Fig. 11. Det Bindevæv, som skal forsyne denne Del af Ovarialstromaet, antager dog ikke saa bestemte Former eller har en saadan Størrelse, som det, der hører Torskens Lameller til. Det er kun sparsomt og dets Form i Nærheden af Ovarialvæggen kan sees af Fig. 14, hvor 1 er Ovarialvæggen, 2 3 Follikler og 3 Toppen af en fjerde, dybere liggende. Her træder da ogsaa Karrene ind. Muskelceller og Nerver har jeg ikke kunnet finde.

Det vil af den anatomiske Beskrivelse let indsees, at det maa være Muskelkontraktionerne i Ovarialvæggen, som driver de modne Follikler ud, men det er efter alle de Gjennemsnit af modne Ovarier, som jeg har seet, ingen Grund til at tro, at dette sker gennem Centralkanalene. Der maa ske et Brud et eller andet Sted, og Folliklerne

maa glide langs nedad Væggen; thi Centralkanalen er lukket fuldstændigt ved Presset fra alle Kanter. Hvorledes det modne Æg ser ud, ved jeg ikke; thi ligger Ægget udenfor Moderdyret fæstet under hendes Hale, synes de at være befrugtede. Dette sker vistnok ikke til en bestemt Aarstid, thi Rognhummer møder man næsten stedse.

---

Fig. 1.

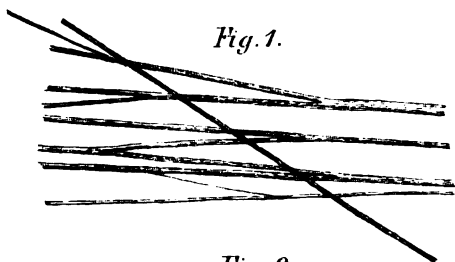


Fig. 2.



Fig. 14.

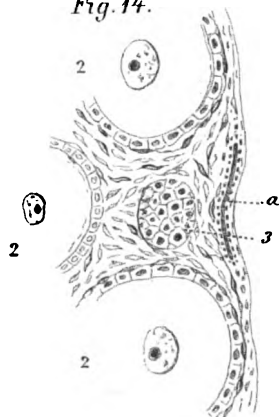


Fig. 5.

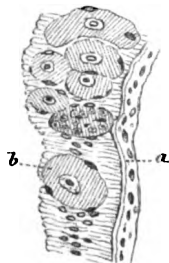


Fig. 3.



Fig. 4.

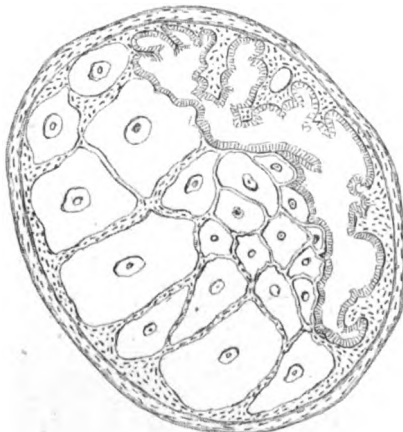


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



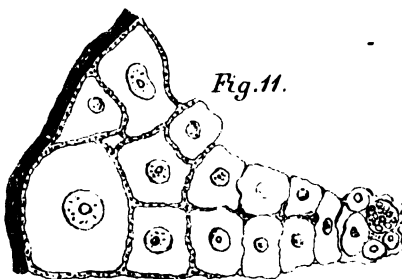
Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 11.





## Sur la scission des cellules organiques.

Thèses des discours tenus à la Société des Naturalistes de la Norvège  
dans les séances des 14 et 21 octobre 1889,

par

M. W. Chavkine, d'Odessa.

---

Toute cellule organique laisse distinguer deux parties de protoplasme plus ou moins différenciées: une couche périphérique (l'ectoplasma) et une masse intérieure (l'entoplasma, avec ou sans noyau).

Ces deux parties se distinguent par la structure et par leurs propriétés. La couche périphérique a une consistance plus solide, une organisation (parfois musculaire) et une forme plus ou moins déterminées, et se trouve, jusqu' à un certain degré, imprégnée de matières mortes et imputrescibles. La masse intérieure est, au contraire, plus liquide, susceptible de changements et de déplacements perpétuels (rotation et circulation) et se trouve complètement dépourvue d'organisation fixe et de forme déterminée.

Les changements et les phénomènes biologiques, l'usure et la décomposition, l'assimilation et l'accroissement, se passent avec une plus grande vitesse dans la masse intérieure que dans la couche périphérique.

Le développement morphologique de toutes les cellules organiques se trouve conforme à la loi qui suit:



Abstraction faite de cellules à parois fixes et de celles qui se trouvent réunies dans des colonies étroitement serrées, toute cellule organique, étant mise dans des conditions favorables à son agrandissement (nutrition abondante), change de forme au fur et à mesure qu'elle agrandit et qu'elle s'approche du moment de la scission, et ce changement consiste dans un rapprochement de sa forme de celle d'une sphère: les cellules oblongues (qu'elles se divisent dans la direction longitudinale, transversale ou oblique) deviennent relativement plus larges et plus épaisses; dans les cellules elliptiques augmente le rapport entre le petit axe et le grand, dans les cellules côniques—celui de leur plus grand diamètre transversal et du diamètre longitudinal. Au contraire, dans les conditions où les cellules éprouvent une manque de nourriture, leur grandeur diminue et elles changent de forme dans le sens inverse. — Ces faits sont en complète contradiction avec les phénomènes purement hydrostatiques.

La tendance vers la forme sphérique dans les conditions susindiquées accuse un plus grand accroissement du contenu (de l'entoplasma) en comparaison avec le sac périphérique (l'ectoplasma), ce qui se trouve en rapport avec la perte partielle de propriétés biologiques par la couche externe de la cellule en contact avec les milieux ambiants. Le changement de forme dans le sens inverse, dans les conditions d'une nourriture insuffisante, est produit par la plus rapide consommation du contenu intérieur en comparaison avec le sac ectoplasmique, et dépend de l'organisation et de la composition moins changeantes de ce sac.

La division des cellules n'a lieu que dans les premières conditions (nutrition abondante et agrandissement du corps protoplasmique). Dans ce cas, l'agrandissement plus rapide de l'entoplasma met bientôt le sac ectoplasmique, par le

trop-plein de contenu, dans un état de tension qui, en augmentant de plus en plus, finit par produire une solution de continuité dans ce sac (rupture, ou ramollissement et distension, etc.). Cette solution de continuité commence par le point de la moindre résistance (ouverture buccale dans les cellules solitaires, ouverture produite par l'échappement des gouttes «pôlaires» dans les oeufs, etc.), et signale le commencement de la division dans la cellule toute entière.

Dans une certaine quantité de cas, l'état de tension de l'ectoplasma est augmenté par ses contractions spontannées, qui, en diminuant davantage ses dimensions en comparaison avec le contenu entoplasmique, accélère le moment de sa rupture.

La forme du noyau cellulaire est excessivement sensible aux pressions qu'il éprouve de la part de l'entoplasma (cytoplasma). Dans les cellules dont l'ectoplasma est susceptible de contractions spontannées (métabolie), le noyau change de forme en complète correspondance avec les formes affectées par la cellule toute entière et, suivant la forme de contractions, devient tantôt oblique, tantôt cônique, tantôt transversalement elliptique (*Astasiaeae*); dans les cellules tuées en état d'élargissement transversal, il prend la forme transversalement allongée; dans celles qui sont tuées en état de contraction transversale — une forme longitudinalement allongée (*Infusoires-Paramécium*; esprit de vin: vapeur d'acide nitrique fumant).

A mesure que le sac ectoplasmique se remplit d'une quantité démesurée d'entoplasma, celui-ci exerce une pression centripète sur le noyau en même temps qu'une pression centrifuge sur le sac ectoplasmique.

Les premiers stades de la solution de continuité de l'ectoplasma, produite par cette dernière pression, se manifestent, dans une grande quantité de cas, par un simple allongement de ce sac, dans la zone de la séparation à

venir: les cellules qui se divisent en état sphérique commencent par devenir elliptiques (par augmentation du diamètre perpendiculaire au plan de division); les cellules allongées qui se divisent longitudinalement, deviennent plus larges, celles qui se divisent transversalement — plus longues. Cet allongement du sac, en diminuant l'état de compression du contenu (de l'entoplasma), est immédiatement suivi d'un changement de forme du noyau en complète correspondance avec le changement de pression: le noyau est allongé dans la direction de la pression diminuant.

On peut dire hypothétiquement avec les auteurs que les «Strahlenhofe» aux extrémités du fuseau caryokinetique sont dus à une partie du contenu liquide jailli du noyau éclaté dans la direction de la moindre réaction (de la pression diminuant), de même que le faisceau de lignes longitudinales au fuseau peuvent être problématiquement regardé comme des plis faits dans les parois différenciées du noyau à la sortie d'une partie de contenu.

Dans les cas où le développement des cellules se passe dans des milieux naturels peu différents du protoplasma, la couche extérieure se trouve moins différenciée et la différence de l'accroissement des deux parties de la cellule est moins accusée. Dans ces cas il arrive que l'initiative de la scission vient du noyau, auquel il faut, peut-être, attribuer le même mécanisme de développement que nous voyons dans la cellule toute entière.

L'ectoplasma définitivement formé, en accroissant plus lentement que le reste du corps de la cellule, entrave, à la longue, l'assimilation et l'accroissement de celle-là. Au contraire, la rupture du sac ectoplasmique produite par la division, et le renouvellement de toute une moitié de ce sac qui a lieu sur chaque cellule nouvellement séparée, rend la liberté à la masse principale du protoplasma et l'accroissement y recommence avec l'intensité primitive.

Le vieillissement des cellules consiste en vieillissement (corroboration et solidification, perte de distensibilité et de perméabilité) de leur couche extérieure en contact perpétuel avec les milieux ambiants. Deux divisions succédentes de la cellule la débarrassent de cette couche entièrement. Les cellules qui ont naturellement ou reçoivent plus tard la liberté de se diviser sans obstacle et de renouveler sans cesse leur couche ectoplasmique, sont exemptes de la mort dite naturelle. — La fécondation et l'enkystement avec passage en repos sont des phénomènes particuliers qui, ne jouissant pas d'une généralité absolue, ne peuvent pas être regardés comme principes nécessaires à la continuation de la vie.

---

## Professor Blytts geologiske Tidsregning.

Af

Amund Helland.

---

Den Tanke, at Forandringer i Jordbanens Excentricitet har havt Indflydelse paa de klimatiske Forhold, og at disse Forandringer i Klima atter har sat sine Mærker i de geologiske Lagrækker og i deres palæontologiske Indhold har nu ikke ringe Tilslutning blandt Astronomer og Geologer.

Det har længe været antaget, at en stor Excentricitet hos Jordbanen frembringer en usædvanlig kold Vinter, efterfulgt af en usædvanlig varm Sommer paa den Halvkugle, hvis Vinter indtræffer i Solfjerne, medens forholdsvis milde Vintre og mindre varme Somre vil indtræffe paa den modsatte Halvkugle. Men begge Halvkugler vil modtage netop den samme Varmemængde fra Solen, fordi det Under-skud af Varme, som hidrører fra Jordens større Afstand fra Solen under en Tid af Aaret, netop vil opveies af den længere Varighed af denne Tid.

De ældre Astronomer og Geologer antog derfor, at Forandringerne i Jordbanens Excentricitet ikke frembragte væsentlige Forandringer i Jordens Klima.

Den skotske Geolog James *Croll* har imidlertid i sin Bog «*Climate og Time*» søgt at paavise, at Jordbanens Ex-

centricitet indirekte kan frembringe Forandringer i de klimatiske Forhold saa betydelige, at disse Forandringer i Excentriciteten vil kunne foraarsage Istider. De Tider, da Excentriciteten var stor, skulde svare til Istiderne. Da Forandringerne i Jordbanens Excentricitet lader sig beregne, saa skulde man følgelig kunne finde ud, naar Istider er indtruffet i Fortiden, og naar de kan antages at ville indtræffe igjen i Fremtiden. Da Jordbanens Excentricitet var betydelig for 240 000 Aar siden med et Maximum fra 210 000 til 200 000 Aar tilbage i Tiden, og da den ligeledes var betydelig for 80 000 Aar siden, saa skulde disse Tal angive de Antal af Aar, som er forløbne siden de sidste glaciale Tilstande, der har sat sine Mærker.

Ved en Methode, forskjellig fra den af Dr. Croll benyttede, har Professor *Blytt* forsøgt at bestemme Alderen af en hel Del tertiære Lag, idet han sætter Vexlen af Lag i Forbindelse med Jordbanens Excentricitet og med Præcessionen. I Vexlinger i Lagfølgen hos visse bestemte tertiære Dannelser ser han ligesom en Afspeiling af astronomiske Forandringer, der lader sig beregne, og han kommer paa denne Maade til en absolut Aldersbestemmelse af mange tertiære Lag. Det bør bemærkes, at den Hypothese, hvormed vi i det følgende kommer til at beskæftige os, er fremsat med stor Reservation, og at Forfatteren kun forlanger, at den skal anerkjendes som en berettiget «working hypothesis».

Hvis den her antydende Methode er brugbar, hvis en bestemt Vexlen af kjendte Lag kan henføres til visse beregnelige astronomiske Forandringer, saa er det klart, at vi staar overfor en Opdagelse af første Rang, idet der gives os et Middel ihænde til at opstille en absolut geologisk Tidsregning, og der er virkelig af Forfatteren gjort flere Forsøg i denne Retning, efter hvilke Alderen for de tertiære Lag skulde være:

|             |             |             |                 |         |      |
|-------------|-------------|-------------|-----------------|---------|------|
| Undereocæn  | fra 3250000 | til 2720000 | Aar før Nutiden |         |      |
| Mellemeocæn | -           | 2720000     | -               | 2150000 | — —  |
| Overeocæn   | -           | 2150000     | -               | 1810000 | — —  |
| Oligocæn    | -           | 1810000     | -               | 1160000 | -- — |
| Miocæn      | -           | 1160000     | -               | 700000  | — —  |
| Pliocæn     | -           | 700000      | -               | 350000  | — —  |
| Kvartær     | -           | 350000      | til nu.         |         |      |

Den Betydning, som Grundlæggelsen af en saadan Tidsregning vilde have for Geologien, Palæonthologien, Zoologien og Botaniken, behøver her ikke at udvikles, og der er al Grund til at diskutere, om Methoden virkelig kan antages at opfylde de Forhaabninger, der sættes til den.

De vigtigste Arbejder, i hvilke Forfatteren udvikler sin Methode, er:

*Om Vezellagring og dens mulige Betydning for Tidsejning i Geologien og Læren om Arternes Oprindelse. Kristiania Videnskabselskabs Forhandlinger Mai 1883.*

*Om den sandsynlige Aarsag til den periodiske Ændring i Havstrømmenes Retning, l. c. 1884.*

*Om den sandsynlige Aarsag til Strandliniernes Forskyvning, et Forsøg paa en geologisk Tidsregning. Nyt Mag. for Naturv. XXXI.*

Efter Hr. Blytts Theori foregaar der en Synken og en Stigning af Havet i Relation til Jordbanens Excentricitet. Det forudsættes, at Havet under høiere Bredder stiger med Excentriciteten og falder med aftagende Excentricitet. Den Forudsætning er foreløbig grundet derpaa, at Havstanden under høiere Bredder i det hele har været eller rettere antages at have været aftagende, paa samme Tid som Excentriciteten har været aftagende.

I et Bassin, afstængt fra Havet ved en Barriere af passende Høide, vil der under en vexlende Havstand snart være ferskt Vand og snart Saltvand. Hvis Havstanden stiger op over Barrieren, vil Vandet i Bassinet blive salt;

men synker Havet, saa at Barrieren ligger tør, saa vil Vandet i Bassinet blive ferskt, efterat det i nogen Tid har været brakt. I hint Bassin kan der da under høi Vandstand afsætte sig Saltvandslag med marine Fossiler, ved lav Havstand Ferskvandslag, og deslige Lag vil veksle i Relation til Havets Synken og Stigen. Da nu efter Hypotesen Synken og Stigen af Havet sker i Relation til Jordbanens Excentricitet, saa skulde paa mange Steder de vekslede Lag svare til Forandringerne i Jordbanens Excentricitet. De vekslede Lag kan studeres i de geologiske Profiler, og hvis der kunde findes Lag, som med Grund kunde sættes i Forbindelse med visse Forandringer i Excentriciteten, saa kunde Alderen af disse Lag bestemmes.

Derhos antages det, at tørre og regnfulde Tider veksler, og denne Klimatets Vexlen sættes atter i Forbindelse med Periheliets Omløb eller Jævnøgns punkternes Præcession, hvilken har en Periode paa 21000 Aar. Men ogsaa denne Vexlen af tørre og regnfulde Tider skal efter Hypotesen afspeile sig i Lagrækkerne som vekslede Lag af forskjelligt Materiale, idet tørre Tider med liden Vandtilgang skulde give fortrinsvis enten finkornet eller kemisk Sediment, medens Perioderne med rigeligt Nedbør skulde give rigeligere mekanisk Sediment. For Kortheds Skyld kaldes i det følgende de tørre Tidens Sediment kemisk Sediment, de regnfulde Tidens mekanisk Sediment, skjønt denne Forskjel efter Hypotesen ogsaa kan give sig tilkjende ved et mere finkornet eller mere grovkornet Sediment. Ligesom da Saltvandslag og Ferskvandslag skulde veksle med Jordbanens Excentricitet, saaledes skulde denne Vexlen af kemisk og mekanisk Sediment ske i Relation til Periheliets Omløb; medens denne sidste Vexlen har en bestemt Periode paa 21000 Aar, saa er den anden Vexlen, afhængig af Jordbanens Excentricitet, mere kompliceret.

I den første Afhandling, «Om Vexellagring», antages



det uden nogen Forklaring, at Forandringer i Excentriciteten frembringer en Synken og Stigen af Havet, og at Periheliets Omløb fremkalder en Periode af tørre og regnfulde Tider. Herom udtaler Forfatteren: »Der (i Afhandlingen om Vexellagring) udtales den Formodning, at disse Perioder, som spores i Lagrækkerne, muligvis turde staa i Forbindelse med de to ved Astronomien opdagede kosmiske Perioder: Jevndøgspunkternes Præcession og Ændringer af Jordbanens Excentricitet, uden at der dog i den nævnte Afhandling søges paavist, paa hvilken Maade en saadan Forbindelse skulde finde Sted.» Sænere er det i andre Afhandlinger søgt paavist, hvorledes de nævnte astronomiske Forhold kan tænkes at frembringe de omhandlede Forandringer i Klimatet og i Havstanden.

Med Forfatteren vil vi her forudsætte, at det forholder sig saa, at Havet synker og stiger med Jordbanens Excentricitet, og at Periheliets Omløb frembringer tørre og regnfulde Tider. Skulde det nemlig kunne paavises, at Forandringer i Lagenes petrografiske Beskaffenhed staar i Relation til astronomiske Forhold, da vilde denne Paavisning være af høi videnskabelig Betydning, selv om det direkte Aarsagsforhold ikke kunde paavises.

Forudsat at de nævnte Antagelser om Havets Stigen og Falden og om vekslede tørre og regnfulde Perioder er rigtige, saa gjælder det at udfinde en Methode, ved Hjælp af hvilken man kan sætte bestemte, i Naturen forekommende vekslede Lag i Forbindelse med de nævnte astronomiske Perioder; altsaa først at paavise, hvilke Vexlinger af Lag Hypotesen forlanger, og dernæst at se efter om de saaledes theoretisk opkonstruerede Lag har noget tilsvarende i Naturen, altsaa at udfinde en Sammenligningsmethode.

I den førstnævnte Afhandling gaar da Professor Blytt frem paa følgende Maade: Croll har beregnet Kurven for Jordbanens Excentricitet 3 Millioner Aar tilbage i Tiden;

en Del af denne Kurve er gjengivet paa Fig. 1. Efter vore Forudsætninger skal da enhver opadgaaende Spids paa Kurven svare til en høi Stand af Havet, altsaa til en Tid, da der i et bekvemt beliggende Bassin vil afsættes Saltvandsdannelser, medens de nedadgaaende Spidser svarer til en lav Havstand eller til en Tid, da der i vedkommende Bassin afsættes Ferskvandsdannelser.

Derhos er der paa Kurven afsat lodrette Streger med Afstande, som svarer til 21000 Aar, eller til Periheliets Omløb, og hver saadan Afstand skal altsaa svare til en Vexlen af tørt og regnfuldt Klimat, respektive Vexlen af kemisk og mekanisk Sediment.

Hvis man nu kjendte Størrelsen af den Excentricitet hos Jordbanen, som svarte til den Havstand, der netop overskyllede Barrieren, saa vilde vi kunne bestemme, paa hvilke Tider der var salt Vand i Bassinet, og paa hvilke Tider der var ferskt Vand. Paa Fig. 1 har Forfatteren trukket en ret Linie  $nn$ ; i de Tider, da Kurven naar op over Linien  $nn$ , forudsættes der at være salt Vand i Bassinet, og naar Kurven gaar under denne Linie, saa forudsættes der at være ferskt Vand. Dette vil med andre Ord sige, at Linien  $nn$  betegner den Excentricitet af Jordbanen, der svarer til den Havstand, der netop naar op til Barrieren. Naar denne Linie drages ret, kan dette kun ske under den Forudsætning, at Barrieren i hele dette lange Tidsrum forbliver uforandret, at intet af Barrieren rives bort, eller at den ikke forhøies ved det Materiale, som Havet maatte afleie, eller som Brændingerne maatte kaste sammen. Til denne Linie paa Figuren skal vi senere oftere komme tilbage.

Hvis man efter Fig. 1 vil opkonstruere theoretiske Lag, saa kan bemærkes, at Linien skjærer Kurven 12 Gange, og at følgelig Saltvandslag 6 Gange skal afløse Ferskvandslag og omvendt.

Da nu videre enhver af de smaa vertikale Streger, ialt 45 paa Linien  $nn$ , betegner Afstande i Tid paa 21000 Aar, som er Periheliets Omløbstid, og da denne Tid svarer til en Vexlen af Lag af kemisk og mekanisk Sediment, saa sees det, at der i hin Tid, som udtrykkes ved Linien  $nn$ , skal være 2 Gange 45 eller 90 Vexlinger af Lag af forskjelligt Materiale foruden Vexlen af Ferskvandslag og Saltvandslag.

Det vil ved Betragtning af Figuren let sees, hvorledes saakaldte theoretiske Lag kan opkonstrueres. Til Exempel ligger mellem  $f$  og  $g$  paa Fig. 1 Kurven for Excentriciteten over Linien  $nn$ , Havstanden var følgelig høi, man skal altsaa have Saltvandslag i Bassinet; da der videre er 11 Perihelieomløb fra  $f$  til  $g$ , saa skal vi have 11 marine Lag med mekanisk Sediment, vexlende med 11 marine Lag af kemisk Sediment. Ved  $g$  passerer Kurven Linien  $nn$ , det vil sige, Havstanden synker under Barrieren, Bassinet faar ferskt Vand, og da der fra  $g$  til  $h$  er 7 Perihelieomløb, saa skal vi have 7 Ferskvandslag af mekanisk Sediment, vexlende med 7 Ferskvandslag af kemisk Sediment o. s. v.

Efterat have trukket Linien  $nn$  — i vilkaarlig Høide og med vilkaarligt Udgangspunkt 1400000 Aar tilbage i Tiden, — gaar Forfatteren over til at opsøge disse theoretiske Lag i Naturen. Da det efter Theorien er astronomiske Aarsager, som har været virksomme til at forandre Havets Stand paa høiere Bredder, saa kan de Lag, som svarer til de theoretiske Lag, søges i alle Lande paa nordlige Bredder. Derimod ved vi ikke, hvor i Formationsrækken de Lag skal søges, som ligger omtrent  $1\frac{1}{2}$  til  $2\frac{1}{2}$  Millioner Aar tilbage i Tiden. Herom ytres: «Lagrækken skulde, som det sees af Kurven, ligge omtrent  $1\frac{1}{2}$  til  $2\frac{1}{2}$  Millioner Aar tilbage i Tiden. Vi kan derfor ikke gaa for langt tilbage, hvis vi vil finde, hvad vi ønsker. Tertiærbækkenerne ved Paris, London og Wien er grundig under-

søgte af disse Byers Geologer. Men af længere sammenhængende Snit uden Huller i Lagrækken, og hvor hvert enkelt af de vexlende Lag er nøiagtig optegnet, har jeg hidtil alene fundet et Par.» Det vil heraf fremgaa, at Forfatteren, idet han søger efter de Lag, der svarer til de theoretiske, gaar ud fra, at Lag af en Alder paa  $1\frac{1}{2}$  til  $2\frac{1}{2}$  Millioner Aar er at søge et Sted i Tertiærtiden. Det kan gjerne være, at denne Forudsætning er rimelig; vi kjender imidlertid ikke Lagenes Alder, det er netop denne, vi skal udfinde, og paa Forhaand kan vi ikke vide, hvor en Linie nn skal begynde, med mindre vi gjorde Forsøg paa at opstille theoretiske Lag, der tog sit Udgangspunkt i Nutiden, som er den eneste sikre absolute Tidsangivelse i de lange geologiske Perioder. I et nyere Arbeide søger ogsaa Forfatteren at naa frem til Nutiden, som senere omtalt; her beskjæftiger vi os imidlertid foreløbigt med Methoden, saaledes som den faktisk er tilblevet. Men at vi paa Forhaand ikke kan vide, hvor gamle de enkelte tertiære Lag virkelig er, — idet det jo staar enhver frit for paa Forhaand at lægge nogle Millioner Aar til eller trække en Million Aar fra, — det vil sige, at Linien nn vilkaarlig kan forskyves i horizontal Retning. Undersøger man en Række i Naturen forekommende vexlende Lag, og det viser sig, at disse Lag ikke passer til de theoretiske, saa kan man altsaa forskyve Linien nn i horizontal Retning. At Linien nn videre kan gives en vilkaarlig Længde, afpasset efter Lagenes Antal, er selvsagt.

Men der er efter Theorien intet til Hinder for, at Linien nn kan forskyves ogsaa i vertikal Retning; thi som før omtalt, betegner Linien nn den Excentricitet, der svarer til en Havstand, som netop naar op til den Barriere, som stænger for Bassinet, Men denne Barrieres Beliggenhed i Forhold til Bassinet kjender vi ikke; vi kan tænke os den

høi og lav efter Behag, det vil med andre Ord sige, at man kan skyve Linien nn op og ned vilkaarligt.

Men kan Linien nn forskyves vilkaarligt i horizontal Retning og i vertikal Retning — at den kan gives Længde efter Antallet af Lag, som undersøges, er før berørt, — saa bliver Antallet af mulige theoretiske Lagdannelser, som kan opkonstrueres, saa stort, at det er høist sandsynligt, at en i Naturen forekommende Lagrække kan indpasses et eller andet Sted paa Kurven. Har vi en Række veksellende marine Lag, saa flyttes Linien nn saa langt ned, at den kommer under de lavest liggende nedadgaende Spidser paa Kurven, og har vi lutter Ferskvandslag, saa flyttes Linien nn opover de høieste opadgaende Spidser, det vil sige, at Barrieren, over hvis Høide vi kan disponere, tænkes saa høi, at Havvandet ikke kommer ind. Har vi veksellende Ferskvands- og Saltvandslag, saa kan vi ved en Flytning af Linien nn horizontalt og vertikalt faa en Række af theoretiske Lag, som passer mere eller mindre godt til de i Naturen forekommende Lag, som vi har undersøgt.

Forfatteren tegner Linien nn ret og kontinuerlig, men efter Theorien er det ikke nødvendigt at tegne Linien nn ret. Hvis nemlig Barrieren, der ofte kommer til at ligge i Havbrynet, forandrer Høide i Løbet af de Millioner Aar, hvormed vi beskæftiger os, — og det er jo sandsynligt, at den gjør det, — saa skal Linien nn ikke tegnes ret, men krum. Hvis Havet skyller noget af Barrieren bort, eller hvis Elven fra Bækkenet graver sig dybere, saa skal Linien nn tegnes med en nedadgaende Kurve, men hvis Havet skyller op Banker, som forøger Barrierens Høide, saa skal Linien nn tegnes med opadgaende Kurve. Da vi nu ikke ved, hvilke Forandringer denne Barriere har undergaaet, saa kan vi tegne Krumningerne paa Linien, som vi vil, efter Theorien, og da faar vi et ubegrændset Antal Muligheder af theoretiske Lag, og da kan alle Lag indpasses i Theorien.

Det er heller ikke nødvendigt, at Linien nu skal være kontinuerlig, ja det er paa Forhaand sandsynligt, at den vil være afbrudt. Thi det er saare hyppig, at enkelte Lag eller enkelte Etager mangler i en Formation, idet der ikke til enhver Tid afsættes Sediment, og da vil dette finde sit Udtryk paa Figuren derved, at Linien nu er afbrudt, hvor Sediment mangler.

Ved disse Bemærkninger er det, saavidt jeg kan se, paavist, at den omhandlede Methode, hvorved theoretisk opkonstruerede Lag sammenlignes med Lag, som forekommer i Naturen, ikke er anvendelig, eftersom enhver naturlig Lagrække efter Methoden kan finde Plads.

— Forfatteren mener at have gjenfundet en theoretisk opkonstrueret Lagrække i Snit fra Méry-sur-Oise i Pariserbækkenet, hvilket Snit omfatter Lag fra Eocæn og Oligocæn, indeholdende 45 Vexlinger af Lag, eller 45 Lag svarende til tørre Tider og 45 Lag svarende til regnfulde Tider samtidigt med, at Ferskvandslag afløser Saltvandslag og omvendt, ialt 12 Gange.

Uagtet selve Methoden, efter hvad ovenfor er udviklet, neppe er theoretisk holdbar, saa kunde det være værd at undersøge med de Hjælpemidler, som staar til Disposition, hvorledes hine Lag i Pariserbækkenet passer ind i Theorien; det bør undersøges, hvorledes denne «working hypothesis» i Virkeligheden arbejder; de Resultater, hvortil Forfatteren kommer, er jo saa mærkværdige, at de er vel værd en Diskussion, saa meget mere, som han mener, at det har lykkedes at paavise sine theoretiske Lag i forskellige Bækkenener helt ifra Eocæn og til Nutiden.

Methoden var oprindelig denne: Ved Hjælp af Kurven for Jordbanens Excentricitet lader der sig opstille mange theoretiske Lagrækker. Disse theoretiske Lagrækker kan opsøges i Naturen, hvor man vil, i alle Formationer paa høiere Bredder, kun med den Indskrænkning, at disse Forma-

tioner ikke maa være ældre end 3 Millioner Aar, som er det Tidsrum, for hvilket Excentriciteten er beregnet. Man kan imidlertid ogsaa bruge den modsatte Fremgangsmaade, nemlig at tage en i Naturen forekommende Lagrække og forsøge paa at indpasse den paa Kurven. Forfatteren siger udtrykkelig i sit første Arbeide, at han har benyttet den Fremgangsmaade, at han først har opstillet de theoretiske Lag og saa opsøgt dem i Naturen. Da imidlertid Valget af naturligt forekommende Lag er frit, og da videre Beliggenheden af Linien nn kan vælges frit paa Forhaand, saa er det klart, at der paa Forhaand ikke er noget bestemt Motiv til at begynde paa et givet Tidspunkt, omtrent 1400000 Aar tilbage i Tiden, ligesaa lidt som der er Grund til at begynde med en given Havstand, svarende til Linien nn. Motivet til at begynde 1400000 Aar tilbage og med Havstanden svarende til Linien nn er derfor den, at med denne Beliggenhed af Linien nn passer efter Forfatterens Mening Lag i Pariserbækkenet til de theoretiske Lag. Hvis Forfatteren ikke har forsøgt sig frem, indtil han har fundet paa den ene Side en theoretisk og paa den anden Side en virkelig Lagrække, som efter Forfatterens Mening svarer til hverandre, saa nødes vi til den Antagelse, at ved et besynderligt Tilfældighedens Spil har han ved Konstruktionen af de theoretiske Lag begyndt omtrent 1400000 Aar tilbage i Tiden og med en tilfældig Havstand, og de saaledes tilfældigt opkonstruerede Lagrækker har tilfældigvis passet paa det bedst undersøgte tertiære Bækken, idet Forfatteren har været saa heldig paa Forhaand ei alene at gjætte paa den rigtige Alder af disse Lag, men ogsaa paa den rigtige Høide af Barrieren.

Hvad der her er sagt, er forøvrigt ikke andet end den praktiske Paavisning af, at Linien nn efter Theorien er flytbar horizontalt og vertikalt, som forhen udviklet.

I et senere Arbeide siger Forfatteren lige ud om en

Lagrække, at den lader sig indpasse i Kurven, hvoraf det fremgaar, at begge Methoder, at søge de theoretiske Lag i Naturen og at indpasse Naturens Lag paa Kurven, er benyttet, hvad der foreøvrigt er næsten selvsagt.

Om det omtalte Snit i Pariserbækkenet ved Méry-sur-Oise heder det: «Hver Gang, Kurven stiger over Linien, har Snittet Havdannelser, og hver Gang, den synker under den, Ferskvandsdannelser. . . Og i hver af disse vexlende Laggrupper er der ligesaa mange Vexellaggrupper, som der er Perihelieomløb i den Del af Kurven, som svarer til vedkommende Laggruppe.»

Hvis dette var rigtigt, vilde Forfatteren have hævet Geologien til en Videnskab med en Methode, der i Fuldkommenhed og Exakthed nærmede sig til den, Astronomien kan glæde sig ved; men selv i den astronomiske Videnskab, der fremfor alle med Held benytter de mathematiske Videnskaber, er Perturbationerne ikke faa, og i Geologien er de virkende Faktorer saa mange, at det paa Forhaand er lidet sandsynlig, at den skjønne Euhed, som forespeiles os fra Pariserbækkenet, skulde være bevaret midt i Mangfoldigheden. Den nærmere Undersøgelse vil bekræfte Rigtigheden af denne almindelige Bemærkning. Profilet ved Méry-sur-Oise i Pariserbækkenet omfatter, som berørt, Lag fra Eocæn og Oligocæn; den Lagrække, vi har med at gjøre, begynder med Sables moyennes, hvilke Afleiringer skulde være circa 2350000 Aar gamle; Lagrækken afsluttes ved Meulières de Montmorency, som skulde være afsat for 1400000 Aar siden. De Gipslag, i hvilke de bekjendte af Cuvier undersøgte Pattedyr Palæotherium, Anoplotherium, Zifodon forekommer, hører med i denne Lagrække, og skulde, saavidt jeg kan se, være circa 1½ Millioner Aar efter Kurven. Unægtelig vilde det være af høi Interesse at vide, at denne Tid er hengaaet siden Palæotherium levede i Frankrig.

Til hvert Perihelieomløb, — for først at beskæftige os



med dette, — skulde der svare en Vexlen af Lag af kemisk og mekanisk Sediment eller omvendt. Det er almindelig bekjendt, og Forfatteren omtaler det ogsaa, at vexlende Lag kan dannes paa forskjellig Vis, og den Tid, som hengaar til Dannelsen af et Lag eller et Par vexlende Lag, kan være saare forskjellig, ligesom Lagdannelsen overhovedet kan stilles i Bero i lange Tider. Det er overflødigt nærmere at berøre dette, da alle er enige deri, og det er heller ikke saa, at Forfatteren har overseet denne Vanskelighed; thi han siger udtrykkelig i et senere Arbeide: «En tredie Vanskelighed ligger i at skjelne mellem den Vexellagring, som skyldes Præcessionen, og den, som har sin Grund i andre, mere stedlige Forhold. Især i Stranddannelserne er denne Vanskelighed følelig, men den har vist sig mindre end jeg paa Forhaand formodede.»

Det vilde i Sandhed være et stort Fremskridt, om man kunde angive Kjendemærker, hvorved man kunde adskille den Vexlen i Lagene, som skyldes Præcessionen, fra den, som skyldes andre Aarsager. Men der gives os ikke en Antydning af, hvorledes vi skal kunne skjelne disse Arter af Afleiringer fra hverandre; det er ofte umuligt at angive Aarsagerne til, at Lag, bestaaende af bestemte Bergarter, overhovedet vexler paa et givet Sted; det er derfor vanskeligt at indse, hvorledes de vexlende Lag, der skyldes tørre og regnfulde Tider fremkaldte ved Præcessionen, skal kunne skilles fra de vexlende Lag, som maatte skyldes Indbrud af Elvesider, almindelige Flomme, Forandringer i Flodernes Løb eller Forandring i Havstrømme, Forandring af Havbankernes Beliggenhed, Dyner, som maatte rykke frem o. s. v. Dette er i Virkeligheden en Vanskelighed, som er stor, og som der ikke er gjort mindste Forsøg til at komme over; det tør vel siges, at det er i høieste Grad usandsynligt, at 2 Gange 45 vexlende Lag i Pariserbassinet alle skyldes Præcessionen; thi dette vilde

være at forudsætte, at i 1 Million Aar har ingen af de andre Naturens Kræfter været virksomme til at frembringe vexlende Lag.

Forfatteren siger: «Til hver Præcessionsperiode svarer en Vexellagring.» Men i den praktiske Anvendelse paa Profilet ved Méry-sur-Oise forudsættes det, at der til enhver Vexellagring ogsaa svarer en Præcessionsperiode, og derfor bliver Tiden for enhver af disse 45 Vexellagringer 21000 Aar, og Tiden for Afsætningen af den Lagrække, vi her beskæftiger os med, 945000 Aar; thi efter Theorien er egentlig for den relative Alder mellem Lag i Rækken to Aldersbestemmelser mulige, en ved Hjælp af Præcession og en ved Hjælp af Jordbanens Excentricitet.

Hvis den Methode, som Forfatteren benytter i Pariserbækkenet var tilladelig, saa var det let at bestemme Lags Alder. Da nemlig hvert af de 45 Dobbeltlag af kemisk og mekanisk Sediment svarer til et Perihelieomløb, saa behøver man kun at tælle Antallet af vexlende Lag og multiplicere Antallet af Par med 21000, saa har man Forskjellen i Alder udtrykt i Aar. Det er ikke min Mening at antyde, at det skulde være Forfatterens Mening, at man saa skulde kunne gaa frem; men den Methode, han anvender i Pariserbækkenet, berettiger til denne Bemærkning, og hvis det er tilladelig at sige, at de 45 Vexlinger, som finder Sted i Sedimenterne i Pariserbækkenet, skyldes Præcessionen, saa kan det med lige stor eller rettere lige liden Ret siges, at hver Vexlen af Lerskifer og Kalkboller i Silurlagene ved Kristiania repræsenterer 21000 Aar, og at Forskjel i Alder udtrykt i Aar kan udfindes ved at tælle Lagene.

— Hvad der efter Forfatterens Mening skal opfattes som en Vexellagring, synes ikke at være bestemt ved nogen Definition.

Her anføres en Del af de Vexellagringer, som efter

som efter Professor Blytts Hypothese skyldes Præcessionen  
(Pag. 26):

Sandsten

Sand

Sandsten

En anden Vexellagring er:

Sandsten

Sand

Sandsten

Haard Kalk.

Medens Sandsten, Sand og Sandsten i et Tilfælde er  
en Vexellagring, saa kommer her haard Kalk ind med.

En tredie Vexellagring er:

Haard Kalk

Mergel

Kvarts

Mergel

Mergel

Mergel.

Haard Kalk med et Mergelbaand i Midten.

Alle disse Lag regnes for en Vexellagring, men de  
kunde godt regnes for flere.

En fjerde Vexellagring er:

Kvarts

Kiselkalk

Mergel med Gips

Ler

Mergel med Gips

Mergel med Gips

Gips

Gips.

Alt dette regnes ogsaa for en Vexellagring. Heraf  
fremgaar det, at det er tildels vilkaarlig, hvad der regnes  
for en Vexellagring.

Som bekendt vil Maanens forskjellige Stillinger mod Solen indtræffe paa samme Dag hvert 19de Aar eller efter Udløbet af en Maanecykle. Det var en gammel Theori, at denne Maanens Stilling i Forhold til Solen havde Indflydelse paa Veirliget, saaledes at man efter 19 Aars Forløb skulde faa samme Veir, Solskin eller Regn, igjen, og denne Theori fik saa stor Tilslutning, at Veiret, som skulde indtræffe, stod anført i Almanakken. Nu ved vi, at disse meteorologiske Forhold er mere komplicerede, og dermed er den Indflydelse, som tillægges Maanen, betydelig reduceret, og Forudsigelsen af Veirliget, som var baseret paa Maanecyklerne, er derfor udeladt af Almanakken i Erkjendelsen af, at her virker mange Faktorer.

Paa samme Vis, om der end er en Mulighed for, at Jevndøgns punkternes Præcession kan have Indflydelse paa Nedbøren, saa er de Faktorer, som her spiller ind forat frembringe Regn og Solskin paa hvert Sted paa Jorden, saa kompliceret, at Forsøgene paa at opsoge Perihelio-omløbene med deres Meteorologi i Pariserbækkenets vexlende Lag neppe vil krones med større Held end de mange Forsøg paa at forudsige Veirliget ved Hjælp af Maanecyklerne.

Fra Tidsregningen ved Hjælp af Præcessionen vender vi os til Tidsregningen med Kurven for Jordbanens Excentricitet som Grundlag, og ser da først paa hint Profil ved Méry-sur-Oise i Pariserbækkenet, hvilket er det Profil, som efter Forfatterens Mening synes bedst at passe paa Theorien.

Det heder om dette Snit: «Hver Gang Kurven stiger over Linien, har Snittet Havdannelser, og hver Gang den synker under den, Ferskvandsdannelser.»

Men i den praktiske Anvendelse er her ogsaa gaaet ud fra den Forudsætning, at til enhver Vexlen af Lag fra marine til Ferskvandslag i Pariserbækkenet svarer ogsaa en Forandring i Jordbanens Excentricitet. Selv om man

vil antage, at Forandringer i Jordbanens Excentricitet kan foraarsage Forandringer i Havstanden, altsaa Forandring i den relative Beliggenhed imellem Land og Hav, saa er det dog erkjendt, og Forfatteren erkjender det ogsaa, at Forandringer mellem Hav og Land ogsaa kan hidrøre fra andre Aarsager, og nogen Methode til at adskille de Forandringer, der skyldes forskjellige Aarsager, kjendes ikke. Den tertiære Tid er lang, og de Forandringer, som foregik i hin Tid, er storartede; Jordens høieste Fjelde, Himalaya, Alperne, Pyrenæerne o. s. v. fik i hin Tid sin store Hoide, de vulkanske Udbrud af Basalter og andre yngre Bergarter begyndte og byggede op store Landstrækninger som Island, Færøerne o. s. v. At Forholdene i Pariserbækkenet synes at antyde, at det her i denne Tid er gaaet forholdsvis roligt for sig, skal villigt indrømmes; men herfra er langt til den Forudsætning, at alle Forandringer i Forhold mellem Hav og Land i hint Bækken skyldes Forandringer i Jordbanens Excentricitet.

Forfatteren staar i den Formening, at det Snit, han behandler fra Méry-sur-Oise, er kontinuerligt, sammenhængende, at der altsaa ingen Lag mangler i dette Snit. Det heder: «I den nedre Del af Lagrækken (ved Grunden og Toppen af Calcaire grossier) er der et Par Stranddannelser med Rullestene, hvor Huller i Lagrækken kan formodes. Men Størstednlen af Snittet (Lagene 93—232) synes at danne en eneste uafbrudt Lagfølge. Denne Del skal jeg nu nærmere omtale. Man vil finde den gjengivet i Slutningen af Afhandlingen.»

Imidlertid anfører de Lapparent i sin *Traité de Géologie* (pag. 1139), at ved Méry-sur-Oise er den tredie og fjerde Gipsmasse allerede forsvundne, medens de marine Mergler med *Lucina* fortsætter der, hvilende direkte paa *Pholadomya ludensis*. Denne Bemærkning støtter han til Dollfus og Vasseur (Bull. S. G. F., ser. III vol. VI), som netop er

de Forfattere, der har skrevet den Afhandling, som Professor Blytt har lagt til Grund for sin Sammenligning.

Franskmændene deler sin eocæne Formation i Pariserbækkenet i to Etager, lavest ligger le Suessonien, derover le og Parisien. Denne sidste Etage deles igjen i tre Underetager, af hvilke Ligurien er den øverste, og denne Etage indgaar helt i den Lagrække, med hvilken vi her beskæftiger os. I denne Underetage, le Ligurien, kan man, naar Rækken er fuldkommen udviklet, udskille følgende Horisonter efter de Lapparent:

- |                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| Mergler<br>liggende over Gipsen | { | 11. Hvid Mergel fra Patin med <i>Limnæa strigosa</i> .                        |
|                                 |   | 10. Blaa, kisholdig Mergel.   |
| Gipsformationen                 | { | 9. Første eller den høitliggende Gipsmasse.                                   |
|                                 |   | 8. Mergel med Menilit.  |
|                                 |   | 7. Mergel med Nyrrer af spydformet Gips.                                      |
|                                 |   | 6. Anden Gipsmasse med Mergel med <i>Cerithium</i> . 160—196.                 |
|                                 |   | 5. Gul Mergel med <i>Lucina inornata</i> . 159.                               |
|                                 |   | 4. Tredie Gipsmasse. 155—158.   |
|                                 |   | 3. Mergel med <i>Pholadomya ludensis</i> . 146—154.                           |
|                                 |   | 2. Fjerde Gipsmasse.  |
|                                 |   | 1. Grøn Sandsten og Sand fra Argenteuil med <i>Mytilus Biochei</i> . 143—145. |

De Tal, som findes ved Siden af vedkommende Horizont, angiver Nummerne paa de tilsvarende Lag ved Méry-sur-Oise, saaledes som disse Nummer er angivet af Dollfus og Vasseur, hvilke Nummere svarer til de Tal, som benyttes af Professor Blytt. Nu vil det sees af denne Oversigt, at den

trede Gipsmasse indgaar i den af Professor Blytt benyttede Lagrække med Lagene 155—158, men derimod mangler den fjerde Gipsmasse ganske i hint Snit ved Méry-sur-Oise, og de to Forfattere, hvis Lagrække er benyttede, bemærker udtrykkelig, at fjerde Gipsmasse, som forekommer kun i Midten af Bækkenet, mangler. De siger: Il y a lacune de la 4<sup>e</sup> masse gypseuse, très-cantonnée au centre seulement du bassin, et le contact supérieur se fait par les couches variées des marnes à Pholodomya 146—154. (Bull. S. G. F. ser. III. vol. VI pag. 289).

Denne Bemærkning om, at den fjerde Gipsmasse mangler i den Lagrække, som skal passe saa godt til Theorien, fremføres ikke af Pedanteri. Det er nemlig klart, at hin fjerde Gipsmasse maa have havt Tid til sin Dannelse den, som de andre Lag, og hvis Theorien havde været rigtig, saa skulde de theoretiske Lag og de i Naturen forekommende ikke passe længere. Denne manglende fjerde Gipsmasse, som har Plads mellem Lag 145 og Lag 146, skulde give sig tilkjende derved, at der omtrent fra f paa Fig. 1 ikke længer skulde være Overensstemmelse mellem Kurvens Lag og Naturens Lag; naar nu Kurven passer trods det, at der i Naturen er et Sprang, som Forfatteren har overseet, saa er dette vel skikket til at vække berettiget Tvil om den hele Methodes Rigtighed. Den eneste Antydning til et Bevis for Theorien er jo den gode Overensstemmelse, som efter Forfatteren skulde finde Sted mellem Theori og Natur, og naar denne Overensstemmelse falder bort, saa har Theorien ialfald ingen Anvendelse paa Profilet Méry-sur-Oise, men det er dette Profil, der af alle, — som det synes, — skulde være det mest slaaende Exempel.

De Forfattere, til hvilke Hr. Blytt støtter sig, bemærker udtrykkelig, at den øvre Kontakt ved Méry-sur-Oise sker ved de forskellige Lag af Mergler med Pholadomya, og at

den fjerde Gipsmasse mangler. At nogen af de ved Méry-sur-Oise optrædende Lag skulde være Repræsentanter for fjerde Gipsmasse antydes ikke.

I et senere Arbejde: Om den sandsynlige Aarsag til Strandliniernes Forskyvning, anfører Forfatteren de nyere Beregninger af Jordbanens Excentricitet, og søger at vise, at hans Theori lader sig afpasse paa andre tertiære Snit, og han forsøger at fortsætte hint Profil fra Méry-sur-Oise gennem Profiler helt frem til Nutiden.

Methoden giver imidlertid næsten overalt Anledning til berettigede Indvendinger, saaledes som det tildels skal søges paavist.

De ældre før omtalte Kurver for Excentriciteten er beregnede af Croll efter Leverriers Formel. De nye Kurver (Fig. 2) er beregnede af Mc Farland efter Stockwells Formler, hvilke angives at være nøiagtigere end Leverriers. Hvis det nu var saa, at der var noget Forhold mellem hine vexlende Lag i Pariserbækkenet og de oftere nævnte astronomiske Forhold, saa skulde Lagrækken i Naturen passe endnu bedre paa de nye Kurver, hvis da Lagrækken er uden Sprang. Fremdeles er det klart, at hvis der er nogen Forskel mellem den gamle og den nye Kurve, og de i Naturen forekommende Lag passede paa den mindre rigtige Kurve, saa kan de ikke passe paa den nye rigtigere.

Om den nye og den gamle Kurve bemærker Forfatteren, at de falder paa en eneste mindre væsentlig Afvigelse nær sammen fra Nutiden af og indtil 1 Million Aar tilbage. Derimod heder det om den ældre Del af Kurven — og det er denne, som faar Anvendelse i Profilet Méry-sur-Oise, — at «dersom man udelader Stykket mellem 7' og 8' af Leverriers Kurve, saa er ogsaa for den ældre Dels Vedkommende Leverriers og Stockwells Kurver i alt væsentlig ensartede, skjønt Overensstemmelsen ikke er saa fuldstændig som for den sidstes Million Aars Vedkommende.»



Hvorledes Forfatteren faar denne Overensstemmelse istand, er her ikke tydeligt udtalt. Saa meget er sikkert, at hvis man tegner de to Kurver paa hverandre — saaledes som de er tegnet paa hverandre i Mc. Farlands Afhandling: Perihelion and Eccentricity, Am Journal of Sci. 1880 — saa vil de to theoretiske Lagrækker, som vi faar, naar vi drager Linien  $n\ n$ , være forskellige for de to Kurver, og naar de i Naturen forekommende Lag passede saa godt ind paa den ældre mindre rigtige Kurve, medens de passer mindre godt ind paa den nye rigtige Kurve, saa er dette skikket til at svække Tilliden til Hypotesens Rigtighed. Men paa den nye Kurve er ikke Linien  $n\ n$  optrukket, saaledes som paa den ældre; hvis dette sker og Afstandene for Periheliets Omløb ogsaa tegnes ind, saa vil der vise sig adskillig Forskjel paa de to theoretiske Lagrækker.

Hvor hint Profil ved Méry-sur-Oise sammenlignes med de theoretiske Lag efter Kurven beregnet efter de nye og bedre Formler, der forandrer Forfatteren tildels sin Methode. En ret Linie, svarende til Linien  $n\ n$  paa Fig. 1, drages ikke op paa de nye Kurver, ei heller inddeles de i Perioder paa 21 000 Aar svarende til Periheliets Omløb, saaledes som i den tidligere Afhandling. Man kunde da tro, at Forfatteren havde opgivet den ene Hypothese om Vexlen af mekanisk og kemisk Sediment som Følge af Præcessionen, men det sees, at dette ikke er Tilfældet.

Hvad vil det sige, at der paa Figuren ikke drages Linien  $n\ n$ , der skiller marine Lag og Ferskvandslag i Bassinet? Det vil sige, at Høiden af den Barriere som afgrænsder Bassinet ud mod Havet antages at være foranderlig, og da er Antallet af mulige Lagrækker af marine Lag og Ferskvandslag og Lag af kemisk og mekanisk Sediment ubegrændset som før nævnt.

Vistnok ytrer Forfatteren, at denne Linie bør være

næstep eller ganske vandret, men han følger i sit Ræsonnement ikke denne Anvisning, og der er heller ingen Grund til at trække den Linie vandret. Senere kombinerer Forfatteren fra Øen Wight Profiler, idet det heder: Profilerne af de forskjellige Etager er optagne paa forskjellige Steder af Øen, som har ligget i forskjellige Niveauer. Naar man erindrer dette, lader Rækken sig indpasse i Kurven og svarer ialfald saa nogenlunde til denne. Har man Lov til at flytte Barrieren, som man vil, saa er dette tilstrækkeligt til at faa istand alle de Vexlinger af marine Lag og Ferskvandslag, som man maatte ønske, og har man derhos Lov til at kombinere mellem hvilke Profiler man ønsker i hele Europa, saa skal der ikke være den Række af vexlende Ferskvandslag og Saltvandslag til, som ikke skal kunne indpasses paa Kurven, og det ikke saaledes, at det passer nogenlunde, men saaledes, at det passer absolut.

Det vil være let at paavise dette: Sæt at vi har to Bassiner, A og B, og Havet stiger og falder absolut identisk udenfor Bassinerne, men Barrierens Høide er variabel for begge Bassiner.

Til en Tid er Excentriciteten stor, Havstanden følgelig høi; men Barrieren i det ene Basin A er alligevel høiere end Havets Niveau, i det andet B lavere; vi faar da Ferskvandsdannelser i det ene, Saltvandslag i det andet. Nu bliver Excentriciteten liden, Havstanden falder, men Barrieren minker endnu stærkere end Havet i det Bassin A, hvor Barrieren før var høi, og vi faar følgelig der Saltvandsdannelser; medens Barrieren B, der bibeholder sin Høide uforandret, nu stænger for Havet, saaledes at der i Bassinet B afsættes Ferskvandslag. Ved paa denne Maade at variere Barrierens Høide, saa kan man faa istand hvilke somhelst theoretiske Lag, og følgelig kan man indpasse alle Naturens Lag paa Kurven.

Ved Kombinationer fra Formationer i forskellige Lande opstiller Forfatteren, som berørt, et sammenhængende Profil helt fra Begyndelsen af Tertiærtiden og til Nutiden, idet dette Profil bringes i Forbindelse med Kurverne for Excentriciteten. Om dette Profil kunde der saa godt som paa alle Steder gjøres de kritiske Bemærkninger, som tidligere er gjort i sin Almindelighed. Det kan efter Methodens Natur ikke forundre, at der kan istandbringes Overensstemmelse mellem de theoretiske og de virkelige Lag. Her skal derfor kun omtales det geologiske Begreb «Samtidighed» og den Brug, som uden Reservation gjøres af dette Begreb. Forfatteren ytrer: «Samtidig med «the forest bed of Cromer» er (if. Heer) Skiferkullene ved Dürnten i Schweiz. Fossilerne viser dette. De har omtrent de samme Planter, de samme uddøde Dyr.» Som bekjendt bruger Geologerne Udtrykket «samtidige» om Lag af samme palæontologiske Indhold. Men dette vil ikke sige, at de fossile Planter og Dyr, som vi finder i de geologisk samtidige Lag, har levet paa de to Steder paa samme Tid. Det palæontologiske Indhold af Lag fra forskellige Lande viser os, at den almindelige Rækkefølge af Organismer har været i det store symmetrisk i forskellige Lande, og vi deler derfor Lagrækkerne i Amerika og Europa nogenlunde paa samme Maade. Har vi til Exempel en Etage i Silur i Norge, som har en palæonthælogisk Facies, som stemmer med Facies hos en silurisk Etage i Amerika, saa kalder vi dem geologisk samtidige, men dermed har vi ingenlunde udtalt, at hine Lag er afsatte paa samme Tid i Norge og i Amerika; det er kun Meningen at udtale, at da hine Lag afsattes i Norge levede der en Fauna, som svarte nogenlunde til Faunaen i Amerika paa den Tid, da vedkommende Lag afsattes der. For at nævne et nærliggende Exempel: Faunaen i de glaciale Skjælbanker hos os har et arktisk Præg; den har større Lighed med den Fauna, som nu lever i den

arktiske Zone, end med den Fauna, som nu lever ved vore Kyster. Hvis vi skulde ræsonnere over den glaciale Fauna, og den nuværende arktiske Fauna paa samme Maade, som vi ræsonnerer over Fossilerne fra ældre Formationer, saa vilde vi kalde de glaciale Skjæl og de nulevende arktiske for geologisk samtidige, naagtet de utvivlsomt er adskilte ved et anseligt Tidsrum. Medrette har derfor Huxley foreslaaet, at vi istedetfor Betegnelsen geologisk Samtidighed skal anvende Betegnelsen «Homotaxis», forat betegne Symmetrien i Lagenes palæonthologiske Indhold, og hermed vil han have udtrykt, at den Orden, hvori de ledende Fossiler har fulgt efter hverandre, er nogenlunde symmetrisk i forskjellige Dele af Jorden. Vore glaciale Skjæl og de arktiske er saaledes homotaktiske, men de er ikke samtidige. Fossilerne ved «the forest bed of Cromer» og Skiferkullene ved Dürnthen i Schweiz er ifølge Heer «samtidige», det vil sige, de er homotaktiske, men det hindrer selvfølgelig ikke, at der kan ligge et anseligt Tidsrum af Aar mellem dem. Geologerne mangler endnu enhver absolut Tidsbestemmelse, og Udtrykket samtidige Lag har derfor faaet Borgérret i vor Jargon; men naar der bliver Tale om absolute Tidsbestemmelser i Geologien, maa der strengt adskilles mellem homotaktiske Lag — det er Lag med nogenlunde samme palæonthologisk Indhold — og samtidige Lag, det er Lag, som er afsat paa samme Tid. Naar «the forest bed of Cromer» og Lagene ved Dürnthen indeholder de samme Planter, saa kån disse Planter have levet lange Tider paa det ene Sted, førend de fandt Veien til det andet Sted, som Poteten utvivlsomt har levet meget længe i Amerika, før den fandt Veien til Europa, for at nævne et populært Exempel, hvor imidlertid Menneskets Indgriben gjør sig gjældende. Forfatteren af «Theori om Indvandringen af Norges Flora» vil vistnok være den første til at ind-

rømme, at de Planter, som findes i «the ferest bed» og i Lagene ved Dürnthen har, hvis de er identiske, vandret enten fra det ene Sted til det andet, eller fra et fælles Hjemsted, og at det paa Forhaand ikke er sandsynligt, at de kom til Schweitz og England paa samme Tid. Men i disse Forsøg paa en absolut Tidsbestemmelse behandles Etager, som er homotaktiske, uden videre som om de var kronologisk samtidige, og den Indvending bør føies til de øvrige, som kan gøres om det Profil, som forsøges konstrueret fra Kridttiden til Nutiden.

Det er ikke min Mening at bestride, at Forandringerne i Jordbanens Excentricitet kan have foraarsaget Forandringer paa Jorden, der paa en eller anden Maade kan have sat sine Mærker i de geologiske Lag, i deres Flora og Fauna. Om dette er saa eller ikke er saa, derom tør jeg ikke dømme. Professor Blytts Methode er imidlertid, saa vidt jeg kan se, ikke holdbar af de ovenfor anførte Grunde. Lignende Forsøg, men vistnok mere fantastiske, er gjort af Blandet, der kalder Tabellen over Excentriciteten den kronologiske Kader, som Himlen har givet til Jorden, og som Geologien skal forsøge at udfylde. (Chronologie des Excentricités, Bull. de la Soc Geol. Serie III, Vol. VI), Hr. Blandet gjør i en Tabel et Forsøg paa at udfylde denne Ramme. Her hidsættes en Sammenligning af de Resultater, hvortil Hr. Blandet og Hr. Blytt er komne:

|                                 | Blandet.    | Blytt.                  |
|---------------------------------|-------------|-------------------------|
| Coralline crag . .              | 350,000 Aar | 550,000 Aar før Nutiden |
| Oligocæn (Série gypseuse) . . . | 675,000 «   | 1,810,000 « —«—         |
| Grovkalken (Melleomiocæn) . . . | 825,000 «   | 2,720,000 « —«—         |
| Kridttidens Ende .              | 1,000,000 « | 3,250,000 « —«—         |

Det er klart, at der kan opstilles forskellige Hypoteser om, at de og de geologiske Begivenheder, Forandringer

i Havstand, i Klima, i Flora staar i Forbindelse med Forandringer i Jordbanens Excentricitet, og da der nu er Tabeller over denne, saa kan Rækker af geologiske Begivenheder i Kraft af disse Hypotheser indlægges paa Kurven, med desto større Lethed jo mere elastisk den Methode er, som man følger, og det er selvsagt, at disse Forsøg først gjøres for de Tidsrum, som ligger vor egen Tid nærmest. At der er hengaaet et efter almindelige populære Begreber meget langt Tidsrum siden Tertiærtidens Begyndelse, det kan vi vide saavel af de tertiære Lags Antal som af deres Beskaffenhed og deres varierede palæonthologiske Indhold; men Forsøgene paa at angive dette Tidsrums Længde med bestemte Tal ligger aaben for en berettiget Kritik.

---

# Bidrag til Kundskaben om Decapodernes Forvandlinger.

Af

G. O. S A R S.

---

## III.

### Fam. Crangonidæ.

Med 6 autographiske Dobbeltplancher.

---

#### *Indledende Bemærkninger.*

Nærværende 3die Bidrag til Decapodernes Udviklingshistorie omfatter kun en enkelt Familie inden Caridernes Gruppe, nemlig Familien *Crangonidæ*. Denne Familie, der som bekjendt i flere Henseender skiller sig meget bestemt fra de øvrige Carider, er hos os repræsenteret af følgende 6 Slægter: *Crangon*, Fabr., *Cheraphilus*, Kinahan, *Pontophilus*, Leach, *Sabinea*, Owen, *Sclerocrangon*, G. O. Sars og *Nica*, Risso. Naar undtages denne sidste Slægt, hvoraf en Art, *N. edulis*, Risso, forekommer sporadisk ved vor sydlige Kyst, hører alle de øvrige til Underfamilien *Crangoninæ*, saaledes som denne er begrændset af Dana. Da som sagt *Nica edulis* er yderst sjelden hos os, har jeg ikke havt Anledning til at studere denne Forms Udviklingshistorie, og hvad jeg har at meddele her, refererer sig altsaa udelukkende til Underfamilien *Crangoninæ*. Det er vel bekjendt, at de

hernen hørende Former i udviklet Tilstand viser indbyrdes en særdeles stor habituel Lighed, og de har ogsaa derfor tidligere alle været henførte til en og samme Slægt, Sl. *Crangon*, Fabr. Først i den nyere Tid har man ved en nøiere anatomisk Undersøgelse fundet frem visse distinctive Characterer, navnlig i 2det Fodpars Bygning og Gjellernes Antal, der har givet Anledning til en Opløsning af Sl. *Crangon* i flere nærstaaende Slægter. Enkelte af disse, f. Ex. *Cheraphilus* og *Sclerocrangon*, kan dog endnu ikke siges at have faaet rigtigt Fodfæste i Systematiken. Det er mig nu af megen Interesse at kunne paavise meget vel udprægede Forskjelligheder mellem de ovennævnte Slægter i Henseende til den postembryonale Udvikling, ikke blot hvad de anatomiske Detailler angaar, men ogsaa i Larvens hele ydre Habitus. I Virkeligheden er, hvad man vistnok mindst skulde have ventet, Slægtsdifferenten her langt skarpere og tydeligere udtrykt i Larvetilstanden end i den fuldt udviklede Skikkelse; ja Forskjellen kan i enkelte Tilfælde være saa paafaldende, at man, at dømme efter den ydre Habitus, snarere skulde tro, at vedkommende Larver tilhørte to ganske forskellige Familier (sml. f. Ex. Larverne af *Cheraphilus* og *Pontophilus*). Ogsaa mellem Arter tilhørende en og samme Slægt har jeg kunnet paavise let opfattede Differentser hos Larverne og derved end yderligere kunnet præcisere den i visse Tilfælde af enkelte Forskere bestridte Artsforskjel (sml. *Crangon vulgaris* og *Allmanni*, *Pontophilus spinosus* og *norvegicus*). Naar undertages Sl. *Sclerocrangon*, hvor mine Undersøgelser endnu ikke har naaet den forønskede Fuldstændighed, er hos alle de ovenfor anførte Crangonin-Slægter Larveudviklingen studeret i sin Helhed, ligefra 1ste Stadium indtil sidste Forvandling, tilligemed alle, eller saagodtsom alle mellemliggende Stadier. Jeg har dog ikke anseet det fornødent at afbilde og beskrive alle disse successive Stadier, men har,



som i mit foregaaende Bidrag, troet at kunne indskrænke mig til nøiere at omtale 1ste og sidste, da de Forandringer, der ligger mellem begge, let vil kunne forstaaes af disse. Hertil har jeg endnu føiet enkelte Detailfigurer eller Habitusfigurer af Ungen i 1ste postlarvale Stadium.

Et mærkeligt Træk ved Crangonide-Larvernes anatomiske Bygning er Beskaffenheden af Munddelene, der ikke viser nogen Lighed med samme hos det voxne Dyr, hvor som bekendt navnlig Kindbakkerne og 2det Par Kjæver udmærker sig ved en fra de øvrige Carider meget afvigende Bygning. Hos Larverne viser disse Munddele et fuldkommen normalt Udseende og ligner ganske samme hos de typiske Carider, fra hvilke Crangoniderne derfor maa antages oprindelig at nedstamme.

Angaaende vor tidligere Kundskab om Crangonidernes Udviklingshistorie, saa er denne kun yderst tarvelig. I sit bekendte Arbeide: «Report on the Present State of our Knowledge of the Crustacea, Part IV», har Sp. Bate Pl. V, Fig. 5 givet en temmelig raat udført og langt fra meget nøiagtig Afbildning af 1ste Larvestadium af en Crangon seet fra Bugsiden (hvilken Art angives ikke), og Prof. Claus har i sin Opsats: «Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven», omtalt og delvis afbildet et Par af ham ved Helgoland fundne Larver, som han antager begge tilhører Sl. Crangon, men hvoraf det yngste Stadium utvivlsomt er en Cheraphilus-Larve. Dette er alt, hvad jeg i den mig tilgængelige Literatur har kunnet finde frem, refererende sig til Crangonidernes Udviklingshistorie. Om noget Forsøg paa at faa nøiere undersøgt Forskjellen mellem de forskellige Slægters Larveformer, har der saaledes overhovedet slet ikke været Tale, endmindre selvfølgelig om at faa med Sikkerhed bestemt Arten.

Som af det følgende vil sees, har jeg med fuld Evidens kunnet paavise, at den af Krøyer som Typen for en egen

Slægt beskrevne og i Gaimard's Reiseværk afbildede mærkelige Form *Myto Gaimardi*, om hvis Larvenatur dog vel de fleste Forskere har været enig, er intet andet end Larven af en af vore Crangonider, nemlig den i de arktiske Have meget udbredte *Sabinea septemcarinata* (Sabine).

De medfølgende Plancher er udførte i Autographi, efter samme Methode som de i mit forrige Bidrag leverede; men paa Grund af Mangel paa Omhyggelighed fra Lithografens Side ved Overførelsen, er et Par af dem faldt mindre heldigt ud, idet Conturerne er blevet noget udviskede, uden at jeg dog tror, at Forstaaelsen af Figurerne derfor, i nogen væsentlig Grad er bleven vanskeliggjort. Alle Habitusfigurer er Kopier efter colorerede Tegninger udførte under mine forskellige Reiser efter levende Exemplarer. De anatomiske Analyser er samtlige tegnede ved Hjælp af Camera lucida efter Dissectioner af de hjembragte Spiritusexemplarer.

Et 4de Bidrag, omfattende de mere typiske Carider, eller ialfald en større Del af disse, haaber jeg om ikke ret længe at kunne publicere, da Materialet hertil allerede foreligger i temmelig fuldstændig Tilstand.

#### Gen. Crangon, Fabr.

(Tab. I.)

Af denne Slægt forekommer hos os 2 Arter, *C. vulgaris*, Lin. og *C. Allmanni*, Kinahan, hvis Artsforskjel dog af enkelte Carcinologer har været bestridt. Af begge har jeg kunnet forfølge den hele Larveudvikling, og af den ene Art, *C. vulgaris*, umiddelbart observeret Larvernes Udklækning af Moderdyrets Udrogn. Som det var at vente, stemmer Udviklingen hos disse to særdeles nærstaaende Arter i alt væsentlig meget nøie overens, saa at det er fuldkommen tilstrækkeligt her alene at omtale en af dem i De-

taillerne. Desuagtet er det meget let i alle Stadier at kjende begge Arter fra hinanden, da der findes et Par meget iøinefaldende ydre Distinctionskarakterer. Hos Larverne af *C. vulgaris* har nemlig (se Tab. I, Fig. 1 og 2) 3die Bagkropssegment constant et vel udpræget bagudrettet dorsalt Fremspring, som ganske mangler hos Larverne af *C. Allmanni* (se Fig. 29, 30), ligesom de fra Enden af 5te Segment udgaaende laterale Torner hos Larverne af den første Art er betydelig større end hos dem af den sidste. Desuden er Larverne af *C. vulgaris* gjennemgaaende mindre end de tilsvarende Stadier af *C. Allmanni*, som ogsaa har en noget slankere Kropsform.

Den netop af Ægget udklækkede Larve af *C. vulgaris* (Fig. 1 og 2) har en Længde fra Spidsen af Pande-hornet til Enden af Halepladen af kun 2.20 mm. Kropsformen er egentlig hverken ualmindelig slank eller undersætsig, men temmelig vel proportioneret. Forkroppen er tydeligt begrændset fra Bagkroppen og betydelig (mere end dobbelt) bredere end denne, hvorimod den neppe er synderlig mere end halvt saa lang.

Rygskjoldet er (se Fig. 2) oventil næsten plant, med en ganske svag Indsænkning paa Midten, lige over Kindbakernes Insertion, og skyder fortil ud i en triangulært tilspidset, horizontal Pandeplade eller Rostrum (se Fig. 1), hvis Spids næsten rækker til Enden af de øvre Føleres Skaft. Bagtil er Rygskjoldet i Midten ganske svagt udrandet, saa at ialmindelighed en liden Del af sidste Forkropssegments Dorsalflade bliver synlig. De nedre frie Kanter er jævnt buede, med den største Krumning foran Midten, og overrager her betydelig de mellem dem liggende Munddele (se Fig. 2); de ender fortil med et spidst udtrukket Hjørne, der ligger til Siden af de nedre Føleres Basaldel.

Bagkroppen er meget smal, næsten cylindrisk, dog noget afsmalnende bagtil, og bestaar af 6 vel begrændsede Seg-

menter, hvoraf de 5 forreste har meget smaa, afrundede Epimerer, der paa 1ste Segment er noget udstaaende til Siderne. 3die Segment er noget større end saavel det foregaaende som efterfølgende og udmærket ved et vel markeret dorsalt Fremspring, der skyder ud over det næste Segment. Næstsidste Segment er næsten saa langt som de to foregaaende tilsammen og har til hver Side ved Enden en temmelig stor bagudrettet tornformig Fortsats. Sidste Segment er stærkt forlænget, uden Epimerer, og i sit forreste Parti meget smalt, medens det bagtil successivt udvides til den sædvanlige Haleplade, hvorom mere nedenfor.

Øinene (se Fig. 1 og 2) er meget store og tykke, sammenstødende i Midten og som det synes fuldstændig ubevægelige. Den facetterede Del er halvkugleformig og indtager omtrent  $\frac{1}{3}$  af Øiets Længdediameter. Pigmentet danner, som hos de fleste Decapodelarver, en forholdsvis liden central Masse, hvorfra de enkelte Synselementer radierer i alle Retninger. Midt imellem Øinene sees det enkle Øie i Form af en liden sort Plet, indleiret i et convext Fremspring under Basis af Pandepladen.

De øvre Følere (Fig. 3) er forholdsvis korte, neppe mere end halvt saa lange som Forkroppen, og bestaar af et simpelt udleddet Skaft og 2 rudimentære Svøber. Den indre Svøbe, der er indleddet paa et kegleformigt Fremspring af Skaftet, har Formen af en forlænget Torn, besat med lange Cilier og i Spidsen med nogle faa yderst smaa tiltrykte Pigge. Den ydre Svøbe er meget liden, simpelt cylindrisk og bærer ved den afkuttede Ende 3 klare baandformige Sandsevedhæng, foruden en simpel Børste,

De nedre Følere (Fig. 4) er ligeledes forholdsvis smaa og bestaar af en tyk, uregelmæssig formet Basaldel, til hvis Ende er fæstet 2 forskjelligartede Vedhæng. Det indre Vedhæng, svarende til Svøben, har Formen af en noget buet konisk Fortsats, hvis ydre smalt udtrukne Del er besat

i den ene Kant med fine Smaapigge. Det ydre Vedhæng, eller Bladet, er omtrent af samme Længde, men af noget pladedannet Form, bredest paa Midten, med den ydre Kant næsten lige eller svagt concav, den indre stærkt udbuet paa Midten. Det bærer i den ydre Halvpart af Inderkanten en Rad af 4 stærke Fjærbørster, der successivt aftager i Størrelse udad. Fra den smalt afkuttede Ende af Bladet udgaar 4 lignende, men mindre Børster, hvoraf især de 2 yderste er meget smaa, og til Yderkanten er desuden fæstet i længere Afstand fra hinanden 2 meget smaa, ligeledes cilierede Børster. Af nogen Torn er der i dette Stadium intet Spor at opdage; den udvikles først i næste Stadium derved, at den yderste af de terminale Børster mister sine Cilier og antager Tornform.

Overlæben (Fig. 5) har Formen af et tilrundet, stærkt konvext Fremspring, der delvis hvælver sig ud over Kindbakkernes Tyggedel og ved Enden viser en liden med Cilier besat Indbugtning.

Underlæben (Fig. 6) er spaltet i 2 membranøse Lappe af afrundet Form og i Kanterne delvis besat med fine Haar.

Kindbakkerne (Fig. 7) mangler ganske Palper og viser et fra samme hos det udviklede Dyr (sml. Fig. 28) totalt afvigende Udseende, hvorimod de meget mere ligner samme hos de lavere Carider, f. Ex. *Hippolyte* og *Pandalus*. Endnu større er imidlertid, naar afsees fra Mangelen af Palper, Overensstemmelsen i denne Henseende med Schizpoderne, f. Ex. *Mysis*. Som hos disse er selve Corpus regelmæssigt baadformigt og fyldes af de stærke Adductormuskler, der i Midten forbindes ved en chitinagtig Sene. Tyggedelen er øxeformigt udvidet og viser fortil et tandet Parti, bagtil en tykkere, tværriffet Del, der forestiller en vel udpræget Molarknude. Mellem begge er til den tilskjærpede og i Midten jævnt indbugtede indre Kant fæstet et Antal af forskjelligt formede, delvis cilierede Torner, der ligesom

det forreste tandede Parti forholder sig noget ulige paa høire og venstre Kindbakke.

1ste Par Kjæver (Fig. 8) bestaar af en temmelig tyk og muskuløs Basaldel, der indad danner 2 forskjelligt formede Tyggelappe, og som ved Enden bærer en kort enledet Palpe. Af Tyggelappene er den ydre kraftigst udviklet og ved den tvært afkuttede Ende bevæbnet med 3 stærke tornformige Fremspring, mellem hvilke nogle tyndere cilierede Torner har sin Plads. Den indre Tyggelap er af mere membranøs Beskaffenhed, noget hjertedannet i Form, og besat ved den smalt udtrukne Ende og langs den indre Kant med en Del (6—8) cilierede Børster. Palpen, der er tydeligt articuleret til Basaldelen, er lige fortilrettet og af temmelig smal lineær Form. Den bærer 5 delvis cilierede Børster, hvoraf de 3 udgaar fra Spidsen, de 2 øvrige fra en Afsats i den indre Kant.

2det Par Kjæver (Fig. 9) er, i Modsætning til hvad Tilfældet er hos det udviklede Dyr, temmelig compliceret byggede og forsynede med et stort Antal cilierede Børster. De er af mere membranøs Beskaffenhed end 1ste Par og bestaar af 2 fra en fælles Basis udgaaende Hoveddele, den egentlige Kjævedel, eller Endognathen, og en pladeformig Exognath. Medens der til denne sidste intet tilsvarende forefindes paa 1ste Par Kjæver, er det ikke vanskeligt paa Endognathen at paavise alle de Dele, som ovenfor er omtalte paa hine, skjøndt disse Dele her er mindre skarpt sondrede. Af de 8 børstebesatte Lappe, hvori Endognathen indad er delt, svarer utvivlsomt begge de to inderste eller bagerste til den indre Tyggelap, de 2 derpaa følgende til den ydre Tyggelap; mellem begge Sæt er der, som det vil sees, et temmelig dybt Indsnit. Medens disse Lappe paa 1ste Par er enkle, er de her altsaa hver delt i to, den ydre ligeligt, den indre derimod meget uligeligt, idet den basale Lap er meget bredere end den anden. De 4 ydre Smaa-

lappe af Endognathen tilligemed det tilhørende terminale Afsnit repræsenterer Palpen, som dog ikke her er tydeligt afgrændset fra Basaldelen.. Exognathen er noget mindre end Endognathen og har Formen af en uregelmæssig oval Plade, der bærer ialt 5 stærke Fjærbørster, hvoraf de 3 udgaar fra den forreste Ende, de 2 øvrige tæt sammen fra Yderkanten nær Basis. .

1ste Par Kjævefødder (Fig. 10) bestaar af de samme Hoveddele som 2det Par Kjæver, med hvilke de ogsaa viser en umiskjendelig Overensstemmelse, navnlig hvad Endognathen, eller, som den her vel rettest bør kaldes, Endopoditen angaar. Denne er ogsaa her af membranøs Beskaffenhed og indad delt i et Antal børstebesatte Lappe, der dog er noget reducerede, idet de fra selve Basaldelen udgaaende egentlige Tyggelappe her er enkle, ikke tvedelte. Derimod gjenfinder vi paa det terminale betydelig stærkere forlængede Parti (Palpen) de samme 4 Lappe som paa 2det Par Kjæver. Exopoditen (svarende til Exognathen paa 2det Par Kjæver) er her omdannet til en stærkt forlænget, i Enden med 4 kraftige Børster udrustet Svømmegren, der dog endnu har bibeholdt en vis membranøs Beskaffenhed, ligesom nogen tydelig Sondring i Skæft og Svøbe endnu ikke er indtraadt.

Paa 2det Par Kjævefødder (Fig. 11) har Endopoditen antaget en tydeligt udpræget fodformig Character, idet dens terminale Parti (Palpen) danner en smal, mere eller mindre indadkrummet, i 5 tydeligt afsatte Led delt Stamme, ligesom ogsaa selve Basaldelen er sondret i 2 paa hinanden følgende Afsnit eller Segmenter. Saa vel denne sidste som Endedelen er forsynet med en Del tynde Børster, hvoraf 4 udgaar fra Spidsen af sidste Led. Exopoditen er kraftigere udviklet end paa 1ste Par og har en Svømmebørste flere, ligesom der er en Antydning til Sondring mellem Skæft og Svøbe.

3die Par Kjævefødder (Fig. 12) er fuldstændig byggede efter samme Type som 2det Par og skiller sig væsentlig kun derved, at Endopoditen er stærkere forlænget, saa at den omtrent rækker til Enden af Exopoditen. Af dens 5 Led er 2det og 4de betydelig større end de øvrige, medens paa 2det Par alle Led omtrent er af ens Længde.

De ovenbeskrevne Lemmer er de eneste, som i dette Stadium er udviklede. Ved nøiere Undersøgelse sees imidlertid til hver Side tæt bag sidste Par Kjævefødder et yderst lidet koniskt Fremspring (se Fig. 2 og 13), som er det første Anlæg til de forreste Fødder (Gribefødderne). Af de øvrige Fodpar er derimod endnu intetsomhelst Spor at opdage, idet kun en jevn Convexitet følger efter hin Fortsats (se Fig. 13). Først i det næstfølgende Stadium viser sig (se Fig. 14) ogsaa Anlægget til de efterfølgende Fodpar som lignende ubetydelige Fortsættelser, medens samtidigt 1ste Par udvikler sig videre og snart viser sig kløvet i 2 Grene, hvoraft den tykkere indre Gren forestiller den egentlige Stamme (Endopoditen), den ydre Exopoditen. Ved første Øiekast ser det ud som om paa dette Udviklingstrin kun 4 Par Fødder er anlagte, og man kunde derfor let ledes paa den Tanke, at sidste Par udvikles betydelig senere end de 3 foregaaende. Dette er imidlertid ikke Tilfældet. I Virkeligheden anlægges de 4 bagerste Fodpar samtidigt; men 2det Par er saa lidet, at det meget let oversees, saameget mere som det for Størstedelen dækkes af 1ste Par.

Halepladen (Fig. 15), som endnu gaar i et med sidste Segment, er ikke synderlig stor, men af den sædvanlige spadedannede Form, med Bagkanten næsten lige, eller kun ganske svagt udrandet i Midten. Den bærer det sædvanlige Antal børsteformige Vedhæng, nemlig ialt 14, 7 til hver Side, hvoraft det yderste og mindste er fæstet til den ydre Kant, nær Sidehjørnerne, medens de øvrige alle udgaar fra den bagre Rand. Disse sidste er af temmelig ulige Stør-



relse og ordnede i 2 Sæt, 3 i hvert. Den midterste af de ydre Børster er den længste af alle og den indre længere end den ydre. Af de 3 indre Børster er den midterste omtrent af samme Længde som den yderste i det andet Sæt, de 2 øvrige betydelig mindre og omtrent ens udviklede. Imellem de 2 indre Sæt Børster er der et længere Mellemrum, og Bagkanten er her jevnt indbugtet. Alle Børster er tæt og fint cilierede i hele sin Længde, og ogsaa Bagkanten af Halepladen viser en fin Ciliering. Ved Basis af Halepladen sees paa den nedre Side Analaabningen i Form af en af 2 fremspringende Læber begrændset Længdespalte.

Larvens Legeme er i dette Stadium særdeles gennemsigtigt, med et meget svagt gulagtigt Anstrøg og forsynet med et Antal af mere eller mindre forgrenede mørkebrune Pigmentpletter, sædvanlig omgivne af et diffust gult Farvestof. Anordningen af disse Pigmentspletter er ganske regelmæssig og symetrisk. Paa Forkroppen sees en større transversal Pigmentplet, omtrent over Midten af Rygskjoldet, og 2 laterale Pigmentansamlinger, den ene i Egnen af Kindbakkerne, den anden over Basis af de 2 bagre Par Kjævefodder. Hvert af Bagkropssegmenterne har ligeledes nærmere den bagre Kant en vel udpræget forgrenet Pigmentplet og Halepladen en større median Pigmentansamling ved Basis samt til hver Side nærmere Sidehjørnerne en stjerneformig forgrenet Pigmentplet, der delvis ved Udløbere forbinder sig med den første. Paa den forreste Kant af Øienstilkene sees ogsaa tydelige Pigmentforgreninger, og de øvre Føleres Skaft har 3 meget skarpt udprægede Pigmentpletter ordnede i en enkelt Række.

Larven bevæger sig muntert om i Vandet ved Hjælp af Svømmegrenene paa de 3 Par Kjævefodder og kan ogsaa ved en kraftig Bøining af Bagkroppen foretage temmelig raske Sæt.

I sidste Stadium har Larven af *C. vulgaris* en Længde

af 4,70 mm. og ligner i alt væsentligt det tilsvarende Stadium af *C. Allmanni*, som er afbildet Fig. 29, 30. Størrelser er dog adskillig ringere (hos *C. Allmanni* indtil 6 mm.) og Legemet ogsaa forholdsvis noget mere undersætsigt. Desuden skiller Larverne af disse 2 Arter sig ogsaa i dette Stadium strax ved den ovenfor omtalte forskellige Form og Bevægning af 3die og 5te Bagkropssegment. Alle Lemmer er nu tydeligt anlagte, og de egentlige Fødder allerede saavidt udviklede, at man herefter med Lethed kan erkjende Larven som en Crangonide-Larve, trods det, at den ydre Habitus endnu kun har liden Lighed med samme hos fuldt udviklede Exemplarer. Ogsaa med enkelte af de øvrige Lemmer er foregaaet mere eller mindre væsentlige Forandringer.

Øinene er nu frit bevægelige og vel adskilte i Midten (se Fig. 30), med tydeligere Begrænsning mellem den facetterede Del og Stilken, hvilken sidste er stærkt opsvulmet paa Midten.

Paa de øvre Følere (Fig. 16) har Skaftet sondret sig i sine 3 Segmenter, hvoraf det 1ste er næsten dobbelt saa stort som de 2 øvrige tilsammen. Grænsen mellem dette og 2det Segment er dog mindre skarpt markeret end mellem de 2 sidste. Ved Enden har baade 1ste og 2det Segment i Yderkanten et Knippe af fine udadrettede Børster, og fra 1ste Segment har ved Basis udviklet sig en afrundet pladeformig Udvidning af Yderkanten. Den indre Svøbe har bibeholdt sin enkle uleddede Bygning og danner nu en umiddelbar Fortsættelse af Skaftet, uden noget mellemliggende Led. Fremdeles har den ganske mistet sine Cilier, hvorimod der nær den spidst udtrukne Ende har udviklet sig hos begge Arter en tydelig lateral Torn. Den ydre Svøbe har tiltaget noget i Størrelse, men er forøvrigt i alt væsentligt uforandret og omtrent halvt saa lang som den indre.

De nedre Følere (Fig. 17) har baade Bladet og Svøben væsentlig forandrede. Bladet er temmelig stort, af aflang oval Form og noget afsmalnende mod Enden, der er tvært afkuttet, med det ydre Hjørne udtrukket til en stærkt fremragende spids Torn. Yderkanten er ganske lige og glat, medens Inderkanten bagenfor Midten er temmelig stærkt udbuet og forsynet med en tæt Rad af 11 stærke Fjærbørster, hvortil endnu kommer 4 lignende, men mindre, fra Enden af Bladet udgaaende Børster. Svøben er noget længere end Bladet og af temmelig massiv Form, bestaaende af 2 tydeligt begrænsede Segmenter, et kort og tykt basalt Stykke og en cylindrisk konisk, fuldkommen glat Endedel, i hvis indre den sig dannende mangleddede Svøbe mere eller mindre tydeligt kan sees.

Over- og Underlæbe viser neppe nogen paaviselig Forandring.

Heller ikke Kindbakkerne skiller sig i nogen mærkelig Grad, og deres Tyggedele (Fig. 18) frembyder en fuldkommen lignende, fra samme hos det udviklede Dyr meget afvigende Form og Bevæbning, som hos 1ste Stadium.

1ste Par Kjæver (Fig. 19) skiller sig væsentlig kun fra samme hos 1ste Stadium derved, at den ydre Tyggelap har et større Antal af Torner.

Paa 2det Par Kjæver (Fig. 20) har Exognathen betydelig tiltaget i Størrelse og er nu rundtom forsynet med et stort Antal af Randbørster, hvoraf de fra den bredt afrundede Ende udgaaende er størst; ogsaa den bagerste af de til Yderkanten fæstede Børster er adskilligt længere end de nærmest foregaaende. Endognathen har derimod i alt væsentligt bibeholdt sit Udseende uforandret.

De 3 Par Kjævefodder (Fig. 21, 22, 23) ligner ogsaa i alt væsentligt samme hos 1ste Stadium, alene med den Forskjel, at Børsternes Antal er noget tiltaget, og at der

ved Basis af 1ste Par (Fig. 21) har udviklet sig en liden pladeformig Epipodit.

Bag disse, ogsaa i 1ste Stadium forefundne Lemmer, sees nu samtlige Fodpar, hvoraf dog endnu ingen er traadt i Function som saadanne, hvorfor de ogsaa bibeholder sin nedad og fortilkrummede Stilling temmelig uforandret. Skjøndt de endnu ikke paa langt nær har opnaaet sin normale Udvikling, er alligevel Crangonidetypen umiskjendelig (se Fig. 24). 1ste Par er det kraftigst udviklede og har næstsidste Led stærkt fortykket samt dannende en skraa Griberand, mod hvilken dog endnu ikke Endekloen, eller sidste Led, kan indbøies. Ved Enden af Basaldelen bærer dette Fodpar en Svømmegren af samme Beskaffenhed som de paa Kjævefødderne, skjøndt adskilligt mindre, saa at Larven i dette Stadium har ialt 4 Par Svømmeorganer. De øvrige Fodpar er alle simple og 2det Par det mindste samt forsynet med en endnu ufuldkommen Chela. De 3 følgende Par ser temmelig ens ud; dog bemærkes ved næriere Eftersyn, at 3die Par noget skiller sig fra de to bagerste i Hensyn til det indbyrdes Længdeforhold af Leddene samt derved, at det ydre Parti er noget stærkere opsvulmet end paa hine. Over Basis af samtlige Fødder har Gjellerne udviklet sig som smaa ovale, tværfoldede Plader.

De 5 forreste Bagkropssegmenter har hvert et Par tydelige Buglemmer (se Fig. 29), paa hvilke dog kun en enkelt Endeplade er udviklet, idet den indre kun repræsenteres af et ubetydeligt Fremspring (se Fig. 25). De er endnu ubevægelige og mangler ogsaa ethvert Spor af Svømmebørster.

Bagkroppen ender nu (se Fig. 30) med en fuldstændigt udviklet Halevifte, bestaaende af en median Plade og et Par laterale, med 2 børstebesatte Lameller endende Vedhæng, de ydre Halevedhæng, hvilke sidste kan mere eller mindre spærres ud til hver Side.

Den midterste Haleplade (se Fig. 26), svarende til den saakaldte Telson hos det udviklede Dyr, er nu skarpt begrændset fra sidste Segment, der til hver Side af samme gaar ud i en spids Torn. Den er af aflang spædedannet Form og udvides ganske successivt mod Enden, som er tvært afskaaret, med afrundede Sidehjørner. Fra ethvert af disse udgaar 3 indad i Længde tiltagende Torner, og foran dem er til en særskilt Afsats i Yderkanten fæstet en betydelig mindre Torn. Indenfor Sidehjørnerne er til Bagkanten paa hver Side fæstet 4 lignende Torner, hvoraf den inderste er kortest. Antallet af Torner paa Halepladen bliver saaledes ialt 16, altsaa 2 flere (de inderste) end i 1ste Stadium, og af disse er den 4de udenfra regnet den længste. Alle Torner er i sin hele Længde besatte med fine Smaapigge, der er traadte istedetfor de fine Cilier, karakteristiske for 1ste Stadium. I det indre af Halepladen sees den sig dannende Telson, saaledes som denne optræder efter endt Forvandling, med den for det udviklede Dyr karakteristiske Form og Bevæbning (sml. Fig. 27).

De ydre Halevedhæng (se Fig. 26), der egentlig repræsenterer sidste Bagkropssegments Buglemmer, bestaar hvert af en kort, delvis af Halepladens Rod overdækket Basaldel og 2 vel udviklede Endelameller. Den ydre Lamelle er den største og rækker, naar disse Halevedhæng strækkes lige bagud, omtrent til Endekanten af Halepladen. Den ydre Kant af denne Lamelle er ganske lige og glat og ender med en stærk tornformig Fortsats, medens Størsteparten af Inderkanten, tilligemed den afrundede Spids, er besat med en uafbrudt Rad af stærke Fjærbørster. Den indre Lamelle er lidt kortere end den ydre og af smal elliptisk Form, samt ligesom hin børstebesat langs Inderkanten og Spidsen.

Larvens Legeme er ogsaa i dette Stadium i høi Grad gjennemsigtigt og skiller sig ikke synderligt i Farveteg-

ning fra 1ste Stadium, ligesom der heller ikke er i denne Henseende nogen paafaldende Forskjel mellem de 2 Arter. I det hele er dog de forgrenede Pigmentpletter i dette Stadium mere udviklede og ogsaa noget talrigere, ligesom det diffuse gule Farvestof omkring disse Pletter er mere iøinefaldende.

Overgangen fra dette Stadium til 1ste Ungdomsstadium sker ved en enkelt Hudskiftning. Jeg har observeret denne sidste Metamorphose hos *C. Allmanni* og har ogsaa opbevaret et Exemplar midt under Hudskiftningsakten, med Larvehammen endnu kun delvis afløst. Dyret har efter fuldendt Hudskiftning alle Characterer af en ung Crangon.

---

Gen. *Cheraphilus*, Kinahan.

(Tab. II).

Denne af Kinahan opstillede Slægt, der dog her tages i en noget snævrere Begrænsning end af nævnte Forsker gjort, er hos os repræsenteret af 3 Arter, nemlig *C. echinulatus* (M. Sars), *C. nanus* (Krøyer) og *C. neglectus* (G. O. Sars). Hos de 2 første Arter har jeg haft Anledning til at studere den hele Larveudvikling, og har fundet, at den, omend i de væsentligste Punkter nær overensstemmende med samme hos *Crangon*, dog viser enkelte characteristiske Eiendommeligheder, der synes endyderligere at godtgjøre Slægtens Berettigelse. Af disse kan her fremhæves den ualmindelig korte og undersætsige Kropsform samt Tilstedeværelsen hos de viderekomne Larver af Svømmegrene ikke blot paa 1ste, men ogsaa paa 2det Fodpar. Begge de af mig i denne Henseende undersøgte Arter stemmer i Udviklingen paa det nøieste overens, om det end er muligt ved en nærmere Undersøgelse at kjende dem ud fra hinanden i alle Stadier. Larverne af *C. nanus* er saaledes gennemgaaende mindre

end de tilsvarende Stadier af *C. echinulatus* og af forholdsvis endnu mere undersætsig Kropsform, ligesom Farvetegningen hos begge er noget forskjellig.

Larven af *C. echinulatus* har i 1ste Stadium (Tab. II, Fig. 1, 2) en Længde af 2.50 mm., medens det tilsvarende Stadium af *C. nanus* kun er 1.80 mm. langt. Hos begge er Kropsformen kjendelig kortere og mere undersætsig end hos Crangon-Larverne.

Rygskjoldet har idethele en meget lignende Form som hos disse; dog er Pandepladen noget forskjellig, idet den er kjendelig kortere og har det basale Parti bredere og noget fordybet i Midten, hvorved den korte terminale Spids bliver skarpere afsat fra samme. Dette er endnu mere udpræget hos Larverne af *C. nanus* (se Fig. 24 og 25). Ved Basis af Pandepladen viser den dorsale Kant af Rygskjoldet hos begge Arter et lidet knudeformigt Fremspring, som mangler hos Crangon-Larverne. Endelig er den forreste Halvpart af Rygskjoldets nedre Kanter (se Fig. 1) bevæbnet med en Rad af fine Torner, der mangler, eller ialfald er langt mindre fremtrædende hos hine.

Bagkroppen er ovenfra seet (Fig. 2) noget bredere i sin forreste Del og afsmalnes derfor hurtigere bagtil end Tilfældet er hos Larverne af Crangon. 3die, 4de og 5te Segment har hvert, hos begge Arter, et Par jevnside stillede dorsale Smaatorner, der paa 3die Segment staar temmelig nær Midtlinien, medens de paa de 2 følgende er rykkede mere ud til Siderne. Sidste Segment er, som hos Crangon-Larverne, meget smalt og gaar i et med Halepladen.

Øinene er (se Fig. 1 og 2) af betydelig Størrelse og viser idethele en lignende Form som hos det tilsvarende Stadium af Crangon.

De øvre Følere (Fig. 3) bestaar ogsaa her i dette Stadium af et uledet cylindrisk Skaft og 2 rudimentære Svøber, hvoraf den indre har Formen af en tæt cilieret, paa

et konisk Fremspring af Skaftet indleddet Børste, hvis Længde dog her er betydelig ringere. Den ydre Svøbe har det sædvanlige Udseende og bærer paa Spidsen 3 klare Sandsevedhæng og en simpel Børste.

De nedre Følere (Fig. 4) bestaar af de samme Dele som hos Larven af Crangon; men Bladet er her forholdsvis større og stærkere afsmalnende mod Enden, som bærer 2 uligestore Børster, medens det ydre Hjørne er udtrukket til en spids, lige fortil rettet Torn. Til Yderkanten af Bladet er, som hos Larven af Crangon, fæstet i nogen Afstand fra hinanden 2 korte Børster, og den indre stærkt udbuede Kant bærer en Rad af 7 kraftige Fjærbørster, hvoraf den bagerste omtrent er fæstet ved Enden af den første Trediedel af Bladets Længde. Den indre Gren, eller Svøben, er kjendelig kortere end Bladet, forøvrigt af fuldkommen samme Beskaffenhed som hos Larven af Crangon. Hos det tilsvarende Stadium af *C. nanus* skiller disse Følere (Fig. 22) sig ved en betydelig smalere Form af Bladet og ved den ringe Udvikling af Svøbens terminale Parti; derimod er Antallet af Børster paa Bladet det samme hos begge Arter.

Over- og Underlæbe skiller sig neppe fra samme hos Larven af Crangon, og ogsaa Kindbakkerne viser en meget lignende Form og Bevægning.

1ste Par Kjæver (Fig. 5) er ligeledes nær overensstemmende, hvad de 2 Tyggelappe angaar. Derimod skiller Palpen sig meget bestemt derved, at den bestaar af 2 meget tydeligt fra hinanden afsatte Led.

2det Par Kjæver (Fig. 6) viser idethele en med samme hos Larven af Crangon fuldkommen overensstemmende Bygning, saavel hvad Endognathen som Exognathen angaar.

Det samme er ogsaa Tilfældet med de 3 Par Kjævefædder, som jeg derfor ikke har fundet det fornødent at afbilde i dette Stadium. Den eneste Forskjel er, at Svømme-



grenene synes noget kraftigere udviklede og forsynede med et større Antal Børster end hos Larven af Crangon.

Bag sidste Par Kjævefødder følger (se Fig. 1), som hos 1ste Larvestadium af Crangon, endnu kun et Par ufuldkomment udviklede Lemmer, der repræsenterer Anlægget til 1ste Fodpar. Disse Lemmer er dog her adskillig større end hos Larven af Crangon og slaaede ind under Bugen, hvor de med Spidserne krydser hinanden (se Fig. 7). Ved nøiere Undersøgelse viser det sig, at ethvert af dem (Fig. 8) bestaar af en tykkere, stærkt buet Basal-del og 2 fingerformige Endegrene af ulige Størrelse; den indre og kortere Gren repræsenterer selve Stammen, den ydre Exopoditen eller den sig dannende Svømmegren. Af de følgende Fodpar er endnu intetsomhelst Spor at opdage; de danner sig først i et senere Stadium paa samme Maade som hos Larven af Crangon.

Halepladen (Fig. 9) har en lignende bred spadedannet Form som hos Crangon-Larverne, men synes forholdsvis lidt større og har Sidehjørnerne noget mindre afrundede. Antallet af de børsteformige Vedhæng er ogsaa det samme, nemlig ialt 14; men de synes idethale noget større og viser et lidt afvigende indbyrdes Længdeforhold.

Larvens Legeme er i levende Tilstand meget gennemsigtigt og, som hos Crangon-Larverne, prydet med forgrene Pigmentpletter, der dog her er noget mindre skarpt udprægede. I sin Maade at bevæge sig paa stemmer Chera-philus-Larverne idethale overens med Crangon-Larverne, skjøndt Bevægelserne hos de første er vel saa livlige.

I sidste Stadium har Larven af *C. echinulatus* en Længde af 4.80 mm., medens Larven af *C. nanus* (Fig. 23, 24) kun opnaar en Længde af 3.30 mm. Hos begge er Kropsformen betydelig kortere og mere undersætsig end hos det tilsvarende Stadium af Crangon (sml. Tab. I, Fig. 29, 30). Desuden er Pandepladens Form og Bagkroppens Bevægning

afvigende; endelig har Larven hos begge Arter, som ovenfor bemærket, i dette Stadium ikke mindre end 5 Par Svømmegrene, medens Crangon-Larverne aldrig har mere end 4 Par.

De Forandringer, som er foregaaede med de forskjellige Kropsvedhæng, svarer idethele temmelig nøie til hvad der ovenfor er beskrevet hos Crangon-Larverne.

Øinene (se Fig. 23, 24) er nu frit bevægelige, men forholdsvis kjendelig kortere og tykkere end hos Crangon-Larverne, med mindre skarp Begrændsning mellem den facetterede Del og Øienstilken.

De øvre Følere (Fig. 10) har, som hos sidste Larvestadium af Crangon, Skaffet sondret i sine 3 Segmenter; men det indbyrdes Længdeforhold af disse Segmenter er noget forskjelligt, idet det 1ste er forholdsvis kortere, neppe synderlig længere end de 2 øvrige tilsammen; ogsaa er den basale Udvidning paa dette Segment større og mere fremspringende end hos Crangon-Larverne. Den indre Svøbe har Formen af en ganske simpel, fortilrettet tornformig Fortsats, uden Spor af den hos hine nær Spidsen forekommende laterale Tand, og den er ogsaa betydelig kortere end hos Crangon-Larverne, neppe længere end den ydre Svøbe. Mellem begge Svøber er fæstet en stærk Fjærbørste, som ikke forefindes her hos Crangon-Larverne.

De nedre Følere (Fig. 11) viser en meget lignende Bygning som hos det tilsvarende Stadium af Crangon, idet baade Bladet og Svøben har udviklet sig paa en fuldkommen overensstemmende Maade. Bladet er af den sædvanlige aflangt ovale Form og bærer et temmelig betydeligt Antal (omtrent 15) Fjærbørster langs den indre Kant og Spidsen. Dets ydre Hjørne er udtrukket til en tornformig Fortsats, som dog her er betydelig mindre end hos Crangon-Larverne, saa at den neppe overrager det indre tilrundede

og noget fremspringende Hjørne. Svøben forholder sig fuldstændig som hos Crangon-Larverne.

Kindbakkerne stemmer i Tyggedelenes Udseende og Bevægning (Fig. 12) meget nær overens med samme hos det tilsvarende Stadium af Crangon (sml. Tab. I, Fig. 18).

Ogsaa de øvrige Munddele (Fig. 13—17) viser i alt væsentligt samme Bygning. Dog skiller 1ste Par Kjæver (Fig. 13) sig ogsaa i dette Stadium bestemt ved den tydeligt 2-leddede Palpe, og paa Kjævefødderne er Svømmegrenene noget kraftigere udviklede og forsynede med et større Antal Børster.

De egentlige Fødder (Fig. 18—20) er samtlige anlagte og viser Crangonidetypen meget distinct, men synes idethelt, navnlig 1ste Par (Fig. 18), at være forholdsvis kortere og mere undersætsige end hos Crangon-Larverne (sml. Tab. I, Fig. 24). Foruden 1ste Par er ogsaa her 2det Par (Fig. 19) forsynede med Svømmegrene, hvorfor ogsaa Basalafsnit paa disse Fødder er bredere end hos Crangon-Larverne.

Bagkroppens Buglemmer svarer ganske i sin Bygning til samme hos det tilsvarende Stadium af Crangon.

Halepladen (se Fig. 21) er af en lignende aflang spadedannet Form som hos Crangon-Larverne, og skiller sig væsentlig kun derved, at Bagkanten er lidt indbugtet, medens den hos hine er næsten ret. Antallet af Torner er ligeledes det samme, nemlig ialt 16, og deres Form og Bevægning nær overensstemmende.

Ogsaa de ydre Halevedhæng (ibid.) viser en med samme hos Crangon-Larverne meget overensstemmende Bygning, naar alene undtages, at den ydre Lamelles Endetorn er kortere.

I Henseende til Farvetegning er de 2 Arter i dette Stadium temmelig lette at kjende ud fra hinanden. Medens Grundfarven hos *C. echinulatus* er temmelig lys gulgrøn, er den hos Larverne af *C. nanus* altid mørkere, idet Største-

parten af Ventralsiden har et mere eller mindre intenst rødbrunt Anstrøg. Ogsaa er enkelte af de forgrenede Pigmentpletter tydeligere udprægede hos denne sidste Art, navnlig de paa Haleviften og de øvre Følere (se Fig. 23 og 24).

Den sidste Forvandling har jeg havt Anledning til at observere hos *C. nanus*. Ungen viser efter endt Hudskiftning (Fig. 26) alle Characterer af en *C. nanus*, skjøndt enkelte Dele, f. Ex. Rygskjoldets Kjøle og Bevæbningen af Telson (Fig. 27) endnu ikke ganske har antaget sit definitive Udseende. Legemet er af gulgraa Farve og nærmere Ventralsiden prydet med store, stjerneformigt forgrenede Pigmentpletter af mørkebrun Farve. Ogsaa paa enkelte af Lemmerne, f. Ex. 1ste Fodpar, bemærkes lignende Pigmentpletter, og over Midten af Haleviften er der et meget skarpt udpræget mørkebrunt Tværbaand.

---

Gen. *Pontophilus*, Leach.

(Tab. III & IV).

Denne Slægt er, som bekjendt, hovedsageligt characteriseret ved Tilstedeværelsen af 6 Par vel udviklede Gjeller, hvortil endnu kommer en rudimentær saadan paa 2det Par Kjævefødder. Hos begge de 2 foregaaende Slægter findes derimod kun 5 Gjeller paa hver Side, tilhørende de egentlige Fødder. Forøvrigt har nærværende Slægt, saavel hvad den ydre Habitus som de anatomiske Detailler angaar, stor Lighed med Slægten Crangon. Hos os forekommer 2 Arter, nemlig *P. spinosus*, Leach og *P. norvegicus*, M. Sars, som i mange Henseender staar hinanden særdeles nær, saa at endog Goës har betvivlet deres Artsforskjel. At de imidlertid i Virkeligheden repræsenterer distincte Arter, har min Fader ved en nøie sammenlignende anatomisk Under-

søgelse bevist<sup>1)</sup>. Endnu tydeligere udpræget viser denne Artsforskjel sig, som af det følgende vil sees, i Larveudviklingen, og hos begge Arter har desuden Larverne et saa eiendommeligt og fra andre Crangonide-Larver afvigende Udseende, at ogsaa Slægtsdifferenten her kan siges at træde vel saa tydeligt frem som hos det fuldt udviklede Dyr. Jeg har havt Anledning til at studere Udviklingen hos begge vore Arter og giver paa de 2 medfølgende Plancher Habitusfigurer og anatomiske Analyser af begge. Da der idethele i anatomisk Henseende kun er liden Forskjel mellem Larverne af begge Arter, har jeg anseet det for tilstrækkeligt alene at give en detailleret Beskrivelse af et Stadium af hver Art, nemlig 1ste Stadium af *P. spinosus* og sidste Stadium af *P. norvegicus*.

Hos et Exemplar af *P. spinosus*, taget af mig for mange Aar siden ved vor Sydkyst, har jeg havt Anledning til at undersøge Æggene i sidste Udviklingsstadium, umiddelbart før Larvernes Udklækning, og har, ved at udtage og næiere undersøge Embryonet, med fuld Sikkerhed kunnet godtgjøre Identiteten af de af mig senere frit i Søen opfiskede Larver. Æggene er i dette sidste Udviklingsstadium (Tab. III, Fig. 1 og 2) af en paafaldende forlænget, ellipsoidisk Form og af temmelig anselig Størrelse, idet deres Længdediameter er 1.30 mm., Tværdiameteren 0.70 mm. Da den ydre fastere Æghud fordetmeste er afstreift, viser Embryonet sig med stor Tydelighed indenfor den tynde og gjennemsigtige Hinde, der endnu holder Ægget sammen. Det ligger stærkt sammenbøiet, med den ualmindelig lange Bagkrop slaaet ind under Bugen og rundt Forenden og Rygsiden, saa at Enden af Halepladen næsten rækker tilbage til Bagkroppens Basis (se Fig. 1). Af Embryonets Lemmer er de 2 Par Følere slaaede tilbage langs Siderne af For-

<sup>1)</sup> Bidrag til Kundskab om Christianiafjordens Fauna, I, Crustacea.

kroppen, saaledes, at 2det Par ligger over 1ste, medens de ualmindelig stærkt forlængede Exopoditer paa Kjævefødderne er bøiede lige fortil langs henad Bagkroppen og rækker med sine Ender noget opover Embryonets Pandedel. De store, allerede fuldstændig pigmenterede og facetterede Øine er særdeles tydeligt fremtrædende, og ogsaa det enkle Øie lader sig, naar Ægget sees ovenfra (Fig. 2), paavise som en liden, mellem Roden af de sammensatte Øine liggende sqrt Plet. I denne sidste Stilling af Ægget har ogsaa Halepladen en saadan Beliggenhed, at den udenvidere kan nøiere undersøges og aftegnes, uden at man egentlig behøver at skride til en Udpræparation og Dissection af Fosteret.

Den netop udklækkede Larve af *P. spinosus* (Tab. III, Fig. 4, 5) har en Længde, fra Spidsen af Pandehornet til Enden af Halepladen af  $5\frac{1}{2}$  mm., og udmærker sig ved en ganske overordentlig smækker Kropsform, hvad der i Forbindelse med det lange og tynde Pandehorn, de eiendommelige pigformige Fortsatser paa Bagkroppen, de excessivt forlængede Svømmegrene, og den dybt kløftede, med ualmindelig lange og stærke Børster udrustede Haleplade, giver den et høist bizart og fra andre Crangonide-Larver særdeles afvigende Udseende.

Rygskjoldet er, naar Dyret sees ovenfra (Fig. 4), forholdsvis meget smalt, idet dets største Brede neppe er større end den halve Længde. Fortil gaar det ud i et langt og smalt pigformigt Pandehorn, der ikke fuldt rækker til Enden af de øvre Føleres Skaft. I nogen Afstand bag Pandehornet viser den dorsale Kant af Rygskjoldet (se Fig. 5) et lignende knudeformigt Fremspring som hos Cheraphilus-Larverne, hvortil endnu kommer et lignende Fremspring umiddelbart foran den noget udrandede bagre Kant. De nedre Kanter af Rygskjoldet er buformigt bøiede, og deres forreste Halvpart bevæbnede med omkring 6 fine Tænder.

Fortil ender de med et til Siden af de nedre Føleres Basal-  
del liggende spidst udtrukket Hjørne.

Bagkroppen er overordentlig tynd og forlænget, mere end dobbelt saa lang som Forkroppen, og udmærker sig ved 3 lange spydformige Fortsatser, hvoraf den ene hæver sig skraat opad og bagud fra 3die Segments Rygside, medens de 2 øvrige udgaar, divergerende til hver Side, fra Enden af 5te Segment. I Henseende til Bagkropssegmenternes indbyrdes Længdeforhold, saa er de 2 første, som sædvanlig, de korteste, de 3 følgende betydelig (næsten dobbelt) længere. Længst af alle er dog sidste Segment, der selv overgaar i Længde alle de øvrige tilsammen. Det er i sit forreste Parti overordentlig smalt cylindrikt, men udvides i Enden successivt til den sædvanlige Haleplade, der dog her viser en temmelig anomal Form. De 5 forreste Bagkrops-segmenter er hvert forsynede med smaa afrundede Epimerer, paa hvilke et større tandformigt Fremspring bemærkes, efterfulgt af nogle faa betydelig mindre saadanne.

Øinene (se Fig. 4 og 5) er, som hos de fleste nys ud-  
klækkede Decapodelarver, meget korte og tykke, sammen-  
stødende i Midten og som det synes ganske ubevægelige. Den facetterede Del er halvkugleformig og indtager om-  
trent Halvparten af Øiet. Mellem begge sees bagtil det  
enkle Øie i Form af en tydeligt fremtrædende sort Plet.

De øvre Følere (Fig. 6) er af betydelig Længde og be-  
staar af et meget smalt cylindrisk, uledet Skaft, der  
umiddelbart fortsætter sig i en lang og stærk, fortilrettet  
tornformig Fortsats, svarende til den indre Svøbe. Denne  
Fortsats er i sin bagre Del besat med lange og fine Cilier,  
medens Endepartiet rundt om er bevæbnet med smaa til-  
trykte Torner. Den ydre Svøbe er meget liden, neppe mere  
end  $\frac{1}{4}$  saa lang som den indre, enledet og i Spidsen for-  
synet med 3 klare Sandsevedhæng og en simpel Børste,  
hvortil endnu kommer en noget mindre, fint cilieret Børste

i Inderkanten nær Spidsen. Længden af Føleren, regnet til Spidsen af den indre Svøbe, er omtrent lig Rygskjoldet og de 2 første Bagkropssegmenter tilsammen.

De nedre Følere (Fig. 7) er betydelig kortere end de øvre, men dog af kjendelig smærkere Bygning end hos de i det foregaaende omtalte Crangonide-Larver. Bladet er næsten af lineær Form, neppe mærkbart udvidet paa Midten og ender med en smalt afkuttet Spids uden Spor af nogen Torn, men besat med 3 udad i Længden aftagende Fjærbørster. Langs den ydre Halvpart af Inderkanter er til særegne Afsatser fæstede 7 lignende, men længere Børster, og i Yderkanten findes 2 mindre, ligeledes cilierede Børster, fæstede i større Afstand fra hinanden. Den indre Gren, eller Svøben, har, som hos det tilsvarende Stadium af *Crangon* og *Cheraphilus*, Formen af en smal dolkformig Fortsats, fint tandet i den ene Kant. Den er dog her af forholdsvis ringere Størrelse og ikke synderlig mere end halvt saa lang som Bladet; ved dens Basis danner Basaldelen indad et lidet tandformigt Fremspring.

Over- og Underlæbe (Fig. 8 og 9) har ganske det sædvanlige Udseende.

Ogsaa Kindbakkerne viser en lignende, fra samme hos det udviklede Dyr meget afvigende Form, som hos andre Crangonide-Larver. Dog bemærkes i Bevæbningen af Tyggeranden (Fig. 10) enkelte vel udprægede Forskjelligheder fra samme hos de 2 i det foregaaende omtalte Slægter.

1ste Par Kjæver (Fig. 11) har, som hos Larverne af Sl. *Cheraphilus*, Palpen tydeligt 2-leddet; forøvrigt er de af sædvanlig Bygning.

2det Par Kjæver (Fig. 12) ligner ogsaa, hvad Endognathen angaar, meget samme hos de ovenbeskrevne Larver. Derimod viser Exognathen en noget afgivende Form, idet den er forholdsvis smalere, næsten lineær, og tvært afkuttet i Enden. Randbørsternes Antal er det samme som hos 1ste



Stadium af de 2 foregaaende Slægter, men den 3die Børste udgaar her tydeligt fra Yderkanten og er ikke saa vidt skilt fra de 2 basale som hos hine.

1ste Par Kjævefødder (Fig. 13) skiller sig væsentlig kun fra samme hos de i det foregaaende omtalte Larver derved, at Endopoditen har 5, istedetfor som hos hine kun 4, børstebesatte Lappe, og ved en forholdsvis stærkere Udvikling af Exopoditen eller Svømmegrenen. Ved Basis viser Kjævefødder paa Ydersiden allerede en Antydning til Epi-poditen.

De 2 følgende Par Kjævefødder (Fig. 14 og 15) skiller sig noget mere, idet Endopoditen paa begge endnu kun består af 4 Led, og Exopoditen er ganske ualmindelig forlænget samt forsynet med et betydeligt Antal af stærke Svømmebørster. Paa 2det Par (Fig. 14) er Exopoditen over 3 Gange saa lang som Endopoditen, og paa 3die Par (Fig. 15) mere end dobbelt saa lang. Endopoditen paa dette sidste Par er ogsaa ualmindelig smækker og de terminale Børster af særdeles betydelig Længde.

Bag disse Lemmer sees i dette Stadium (se Fig. 5), ligesom hos Crangon-Larverne, til hver Side kun et ubetydeligt stumpt Fremspring som Anlægget til 1ste Fodpar. Ved nøiere Undersøgelse viser dog dette Fremspring sig her (se Fig. 16 og 17) kløvet i 2 omtrent ligestore fingerformige Grene, Endo- og Exopodit, og bagenfor det følger (se Fig. 16) en afrundet median Forhøining, i hvis indre en svag Antydning til Lemmedannelse kan bemærkes,

Halepladen (Fig. 18) har, som ovenfor anført, et fra de i det foregaaende omtalte Larver temmelig afvigende Udseende, idet den ved et dybt vinkelformigt Indsnit er kløvet i 2 smale, divergerende Sidelappe, næsten af lineær Form og tvært afkuttede i Enden. Enhver af disse Lappe er forsynet med 7 ualmindelig stærkt udviklede børsteformige Vedhæng, fæstede til særskilte Afsatser. Det yderste ud-

gaar omtrent fra Midten af Yderkanten, de 3 derpaa følgende fra Spidsen, og de 3 øvrige fra den indre Kant. Af disse Børster er den yderste og inderste kortest, de fra Enden af Sidelapperne udgaaende længst. Alle Børster er tæt og fint cilierede, og de terminale Børster desuden i sit yderste Parti bevæbnede med smaa tiltrykte Torner. Antallet af Børster paa Halepladen er altsaa ialt 14, hvilket Tal idethele synes at være det normale hos Decapolarver i dette Stadium. Hos det endnu af Æggeghinden omsluttede Embryo viser Halepladen (Fig. 3) ved første Øiekast et fra samme hos den frie Larve temmelig afvigende Udseende. Dette kommer deraf, at Sidelappene ikke som hos hin divergerer, men ligger tæt ind mod hinanden, begge rettede lige bagud. Formen af disse Lappe, ligesom ogsaa Anordningen af de børstebærende Afsatser, er imidlertid, som det vil sees, fuldkommen overensstemmende med samme hos den frie Larve. Selve Børsterne rager endnu kun med Spidsen udover Kanten af Afsatserne, medens deres øvrige Del ligger skedeformigt indsluttet i selve Halepladens indre.

Larvens Legeme er i dette Stadium i høi Grad gjenemsigtigt, med et ganske svagt gulrødt Anstrøg, og er forsynet med nogle faa mere eller mindre forgrenede Pigmentpletter af okergul Farve og ialmindelighed omgivne af et diffust rosenrødt Farvestof. Mest iøjnefaldende er en temmelig stor og tildels i flere Partier opløst Pigmentansamling, der strækker sig langs ad de øvre Føleres Skaft og fortsættes udover den tornformige indre Svøbe. En anden tydeligt forgrenet Pigmentplet indtager den ydre Del af hvert Antenneblad, og paa Bagkroppen er navnlig den bagre Del af 3die og 5te Segment tydeligt pigmenteret. Endelig findes ved Basis af Halepladen, i Omkredsen af Analaabningen en større ramificeret Pigmentansamling og langs henad Sidelappene en Rad af 3 mindre Pletter.

Larvens Bevægelser er langt fra synderlig livlige. Ofte

holder den sig næsten ganske ubevægeligt svævende i Vandet, og de stærkt forlængede Følere, Svømmegrene og pigformige Fortsatser paa Bagkroppen tjener den herved aabenbart som Balancerapparater. Ved en pludselig Bøining af Bagkroppen kan den vistnok gjøre hurtigere Sæt i Vandet, men heller ikke denne Bevægelse er paa langt nær saa rask som hos andre Decapodelarver.

I sidste Stadium har Larven af *P. spinosus* en Længde af  $11\frac{1}{2}$  mm. og ligner idethele temmelig det tilsvarende Stadium af *P. norvegicus*, som er afbildet Tab. IV, Fig. 2, 3. Dog er Legemet forholdsvis endnu noget spinklere og skiller sig ogsaa, ikke at tale om den forskjellige Størrelse, i enkelte andre Henseender, som her i Korthed skal omtales. Saaledes er Pandehornet (se Fig. 19) forholdsvis kortere og mindre stærkt opadrettet samt ved Basis bevæbnet med 2 tydelige Sidetænder, som ganske mangler hos Larven af *P. norvegicus*. Fremdeles er Øinene betydelig større og tykkere, næsten af tendannet Form, og den midterste Haleplade (se Fig. 20) viser en fra samme hos det tilsvarende Stadium af *P. norvegicus* (se Tab. IV, Fig. 3) kjendelig forskjellig Form. I de forskjellige Lemmers Bygning stemmer imidlertid begge Arter paa det nøieste overens, saa at det er fuldkommen tilstrækkeligt at omtale disse kun hos den ene (*P. norvegicus*).

Det Tab. IV, Fig. 1 afbildede Larvestadium af *P. norvegicus*, der aabenbart er et meget tidligt, skjøndt vistnok ikke det allertidligste<sup>1)</sup>, har den anselige Længde af  $12\frac{1}{2}$  mm., og er altsaa selv adskilligt større end sidste Larvestadium af foregaaende Art. Den almindelige Habitus er, som det vil sees, meget overensstemmende, skjøndt Krops-

<sup>1)</sup> Jeg har forøvrigt ogsaa observeret 1 Expl. i 1ste Stadium, med en Længde af 9—10 mm.; men da dette Expl. er mindre vel conserveret, har jeg foretrukket at give en Fig. af et i 2det Stadium. Begge Stadier stemmer i alt væsentligt meget nær overens.

formen ikke er fuldt saa smækker. Rygskjoldet er saaledes forholdsvis bredere og de øvre Følere noget kortere, hvorimod Pandehornet er vel saa langt, saa at det rækker lige til Enden af disse Føleres Skaft. Bagkroppen har de samme 3 pigformige Fortsatser som hos Larven af foregaaende Art, og ordnede paa samme Maade. Epimererne paa de 5 første Bagkropssegmenter viser her en elegant Bevæbning af fine kamformigt ordnede Tænder, og paa samme Maade er ogsaa Bagkanten af disse Segmenter, samt paa 1ste Segment ogsaa Forkanten, bevæbnet.

Øinene skiller sig meget paafaldende fra samme hos Larven af *P. spinosus* ved sin ualmindelig ringe Størrelse og smale, næsten cylindriske Form. I de 2 Par Føleres Structur er der kun liden Forskjel mellem begge Arter, og navnlig i 1ste Stadium er deres Udseende særdeles overensstemmende, naar alene undtages, at de øvre er noget kortere og at Bladet paa de nedre ikke er fuldt saa smalt. Heller ikke i Structuren af de egentlige Munddele og Kjævefodderne er der nogen væsentlig Forskjel at bemærke.

Derimod er Halepladen i sin Form kjendelig forskjellig og ogsaa af langt anseeligere Størrelse. Sidelappene er her vidt udspærrede fra hinanden, saa at der mellem samme kun findes en ganske grund Indbugtning, hvad der giver den hele Haleplade en overordentlig bred transversal, eller næsten halvmaanedannet Form. Antallet af Børster er i 1ste Stadium det samme som hos det tilsvarende Stadium af *P. spinosus*, nemlig ialt 14; i det her afbildede 2det Stadium er endnu et Par Børster kommet til indenfor de øvrige, saa at Tallet bliver 16. Børsterne er alle særdeles tæt og fint cilierede samt idethele noget kortere end hos Larven af *P. spinosus*; dog er Forskjellen i denne Henseende mindre i 1ste Stadium end i det her afbildede.

Den her beskrevne Larve, som blev taget i Varanger-

fjorden og undersøgt i levende Tilstand, havde Legemet i høi Grad gjennemsigtigt og næsten vandklart, med rødbrun gjennemskinnende Tarmkanal og gulagtige Leversække. Nogen egentlig Pigmentering var ikke tilstede uden paa Halepladen, ved hvis ydre Hjørner der var en Ansamling af et temmelig diffust, vakkert rødt Farvestof, der delvis dannede stjerneformigt forgrenede Pletter.

I sidste Stadium maaler Larven af *P. norvegicus* (Tab. IV, Fig. 2 og 3) fulde 16 mm. i Længde, en ganske usædvanlig Størrelse for en Decapodelarve.

Kropsformen er slank og elegant og viser idethele kun liden Lighed med samme hos det fuldt udviklede Dyr. At vi imidlertid har at bestille med en Crangonide-Larve, fremgaar i dette Stadium tydeligt nok af de nu anlagte Fødders Structur, og at det specielt er en Pontophilus-Larve, kan ligesaa sikkert bevises ved dens store Overensstemmelse med det tilsvarende Stadium af *P. spinosus*. Da vi kun har 2 Arter af denne Slægt, og disse ved vore Kyster har en meget forskjellig Udbredning, idet *P. spinosus* er en udpræget sydlig Form, medens *P. norvegicus* gaar helt ind i vor arktiske Region, vil ogsaa den her omhandlede Larves Forekomst ved Nordlands og Finmarkens Kyst, hvor aldrig *P. spinosus* er forefunden, med fuld Sikkerhed godtgjøre dens Identitet. •

Rygskjoldet er (se Fig. 2 og 3) af aflang oval Form, omtrent af samme Høide som Brede, og viser i alt væsentligt den samme Structur som hos Larven af *P. spinosus*. Dog er Pandehornet forholdsvis noget længere og mere opadrettet samt mangler ganske de 2 Sidetænder ved Basis, som forekommer hos sidste Stadium af hin Art (sml. Tab. III, Fig. 19).

Bagkroppen er særdeles slank, mere end dobbelt saa lang som Forkroppen, og viser de for Pontophilus-Larverne characteristiske 3 pigformige Fortsatser, hvoraf den mediane,

fra 3die Segment udgaaende (se Fig. 2) er størst og mere opadrettet end hos Larven af *P. spinosus* (sml. Tab. III, Fig. 5). Ligesom hos det ovenbeskrevne yngre Stadium, er paa de 5 forreste Bagkropssegmenter saavel Epimererne som den bagre Kant bevæbnet med en tæt Rad af fine, kamformigt ordnede Tænder, og paa 1ste Segment er ogsaa Forkanten bevæbnet paa en lignende Maade. Det overordentlig smale, cylindriske sidste Bagkropssegment er nu tydeligt begrændset fra Halepladen og gaar til hver Side af dennes Basis ud i en lang bagudrettet Torn, ligesom hos det tilsvarende Stadium af *P. spinosus* (sml. Tab. III, Fig. 20).

Øinene er fremdeles ualmindelig smaa og stemmer i sin Form ganske overens med samme hos det ovenbeskrevne yngre Stadium, skjøndt de nu er tydeligere skilte og ogsaa friere bevægelige.

De øvre Følere (Fig. 4) bestaar af et 3-leddet Skaft og 2 fra dette vel begrændsede Svøber. Formen er idet hele meget smækker og forlænget og ligner i alt væsentligt samme hos det tilsvarende Stadium af *P. spinosus* (sml. Tab. III, Fig. 19). Af Skaftets Led er det 1ste som sædvanlig størst, skjøndt neppe længere end de 2 øvrige tilsammen. Det gaar paa Ydersiden, nærmere Basis, ud i en triangulær tilspidset, noget pladeformig Fortsats, indenfor hvilken nogle fine Hørebørster er fæstede og har desuden, paa den nedre Side og noget nærmere Enden, et indadrettet tornformigt Fremspring. Ved Spidsen har dette, ligesom følgende Led, i Yderkanten et Knippe af fine, udadrettede Børster. 2det Led er betydelig længere end 3die og har ved Enden indad en stærk Fjærbørste; 3 eller 4 lignende udgaar fra Enden af sidste Led nedenfor Svøberne. Af disse sidste er den indre den største og næsten af Skaftets Længde; men den har endnu Formen af en simpel, i en konisk Spids udløbende Fortsats, i hvis indre dog en tydelig Segmentering lader sig paavise. Den ydre Svøbe er

neppe halvt saa lang, men dog adskilligt videre udviklet end hos de i det foregaaende omtalte Crangonide-Larver, idet den allerede har sondret sig i et længere basalt og et kort terminalt Segment, hvert ved Enden forsynet med et Knippe af klare Sandsevedhæng.

De nedre Følere (Fig. 5) er ligeledes forholdsvis temmelig vidt udviklede. Bladet er af anselig Størrelse og aflang lineær, eller forlænget rhomboidal Form, med Enden meget skjævt afskaaret i Retningen indenfra udad, saa at det indre Hjørne rager frem i Form af en triangulær Lap. Ved det ydre Hjørne staar en meget lang og stærk, noget udadrettet Torn, som er tydeligt articuleret med Bladet, ikke som sædvanligt en umiddelbar Forlængelse af Yderkanten. Denne sidste er ganske svagt concav og bærer kun en enkelt kort Fjærbørste nær Enden. Derimod er Inderkanten i Størsteparten af sin Længde, ligesom den skraat afskaarne Ende, besat med en uafbrudt Rad af circa 28 stærke Fjærbørster, hvorefter 7 staar mellem det indre Hjørne og den fra det ydre udgaaende Torn. Svøben er betydelig længere end Bladet og bestaar af et tydeligt begrændset tykkere Basalled og en meget smal og forlænget Endedel, i hvis indre en lignende Segmentering lader sig paavise som i den indre Svøbe paa de øvre Følere. Hos Larven af *P. spinosus* skiller disse Følere sig (sml. Tab. III, Fig. 19) væsentlig kun derved, at Bladet er noget smalere og endnu skjævere afskaaret i Enden.

Overlæbe, Underlæbe og Kindbakker (Fig. 6) viser den for Crangonide-Larverne characteristiske Form uforandret.

Ogsaa 1ste Par Kjæver (Fig. 7) har det vanlige Udseende og skiller sig kun fra samme i tidligere Stadier ved et større Antal af Torner paa Enden af den ydre Tyggelap.

Paa 2det Par Kjæver (Fig. 8) er den bagre Tyggelap forholdsvis bredere og besat med et stort Antal fint cilierede Børster. Men navnlig har Exognathen opnaaet en meget

stærk Udvikling og danner nu en anselig, aflang oval Plade, der betydelig overrager Endognathen. Den er rundtom besat med et betydeligt Antal (indtil 30) tæt cilierede Randbørster, hvoraf som sædvanlig de fra den bredt afrundede Ende udgaaende er de længste. Ved Basis af Pladen har der endvidere sondret sig en liden bagudrettet Lap besat med 3 temmelig stærke, bagudrettede Børster.

1ste Par Kjævefødder (Fig. 9) ligner i alt væsentligt samme hos tidligere Stadier, alene med den Forskjel, at Børsternes Antal paa Basaldelen er noget talrigere. Den til Ydersiden fæstede Epipodit, som i tidligere Stadier endnu er ganske rudimentær (sml. Tab. III, Fig. 18), har tiltaget noget i Størrelse og antaget et mere udpræget pladeformigt Udseende.

Paa 2det og 3die Par Kjævefødder (Fig. 10, 11) har Endopoditen faaet sit fulde Antal (5) Led, og paa 3die Par har den tiltaget stærkere i Størrelse end paa 2det, saa at den nu er dobbelt saa lang som hin. Exopoditen har paa begge Par beholdt sit Udseende uforandret.

Alle Fodpar er nu tydeligt anlagte (se Fig. 2) og bestaar af sit normale Antal Led. Ligesom hos Cheraphilus-Larverne er saavel 1ste som 2det Par forsynede med Svømmegrene af en lignende Beskaffenhed som paa Kjævefødderne, skjøndt noget mindre, navnlig de paa 2det Par. Larven har altsaa i dette Stadium ikke mindre end 5 Par Svømmeapparater.

1ste Fodpar (Fig. 12) har allerede Stammen af anselig Størrelse, vel saa lang som paa 3die Par Kjævefødder og meget kraftigere bygget. Ved Enden af Leddene har der udviklet sig flere, tildels kraftige Børster, og næstsidste Led, eller Haanden, har antaget den for Crangoniderne characteristiske Form. Sidste Led, eller Endekloen, er dog endnu, som hos andre Crangonide-Larver, lidet udviklet, ubevægelig og ender i en stump Spids besat med 3 smaa Børster.



2det Fodpar (Fig. 13) er neppe halvt saa langt som 1ste og af langt spinklere Bygning. Selve Stammen, eller Endopoditen bestaar kun af 4 Led, idet de 2 første endnu ikke er sondrede fra hinanden, og de 2 sidste Led er ganske simple, uden med hinanden at danne nogen Chela. Næstsidste Led bærer ved Enden i hver Kant et Par temmelig stærke Børster, og fra Enden af sidste Led udgaar en lang og en kort Børste. Exopoditen er omtrent af samme Længde som Endopoditen og betydelig svagere udviklet end paa foregaaende Par.

3die Fodpar (Fig. 14) er næsten af samme Længde som 1ste, men meget tyndere og, ligesom de følgende, uden Spor af Exopodit. I Henseende til det indbyrdes Længdeforhold af Leddene, er der kun liden Forskjel mellem dette og de 2 følgende Par (de egentlige Gangfødder); kun synes næstsidste Led lidt mere opsvulmet paa Midten, og, medens sidste Led (Endekloen) paa hine er simpelt tilspidset og ender med en enkelt Børste (se Fig. 16), viser det sig her ved stærk Forstørrelse (Fig. 15) noget afstumpet i Spidsen og her besat med et Knippe af meget smaa krummede Børster.

Bagkroppens Buglemmer er (se Fig. 2) alle tydeligt udviklede, skjøndt endnu ikke traadte i Function, og uden enhver Børstebevægning. Paa 1ste Par (Fig. 17) er Indergrenen ganske rudimentær, hvorimod den paa de øvrige Par (Fig. 18) er mere end halvt saa lang som den indre Plade, med Yderkanten noget udbuet paa Midten.

Ved Enden af sidste Bagkropssegment har de ydre Halevedhæng udviklet sig (se Fig. 3) og viser den sædvanlige Bygning. De er dog betydelig kortere end den midterste Haleplade, under hvilken de fordetmeste er ganske skjulte. Kun naar de udspærres stærkt til Siderne kan de sammen med hin danne en virkelig Halevifte.

Den midterste Haleplade eller Telson (ibid.) er af for-

holdsviis meget anseelig Størrelse, uden dog at opnaa den enorme Bredde som Halepladen hos tidligere Stadier. Den viser ogsaa en temmelig afvigende Form, idet den ganske successivt udvides mod Enden, der ved et dybt, vinkelformigt Indsnit er kløvet i 2 divergerende Sidelappe. De børsteformige Vedhængs Antal er det samme som hos det ovenbeskrevne yngre Stadium, nemlig 8 paa hver Sidelap; men de har alle betydelig aftaget i Længde, og de 4 yderste har antaget Characteren af korte, ucilierede Torner; 3 af dem udgaar tæt sammen fra Enden af den respective Sidelap, og den inderste af disse er betydelig længere end de øvrige. Den 4de Torn er fæstet til Yderkanten af Halepladen omtrent i Høide med Bunden af det bagre Indsnit. Hos det tilsvarende Stadium af *P. spinosus* er Halepladen (se Tab. III, Fig. 20) kjendelig længere i Forhold til Bredden, og det bagre Indsnit er bredt afrundet i Bunden, ikke vinkelformigt, hvorved Sidelappene bliver betydelig smalere og mindre stærkt divergerende.

Larven af *P. norvegicus* er ogsaa i dette Stadium særdeles gjennemsigtig og næsten uden Pigment, naar undtages paa Haleviften. Derimod har Larven af *P. spinosus*, foruden paa Haleviften, ogsaa tydelige Pigmentforgreninger langs ad de øvre Føleres Skaft og Antennebladene (se Tab. III, Fig. 19).

Det ovenfor nøiere beskrevne Larvestadium af *P. norvegicus* toges paa betydelig Dyb i Christianiafjorden, og sammen med det kom ogsaa op i Bundskraben flere Unger, der ganske nyligt synes at have undergaaet sin sidste Forvandling. Disse Unger, hvis Længde var omtrent 16 mm., viste allerede alle Characterer af det voxne Dyr, naar undtages, at Legemet endnu var saagodtsom farveløst og af forholdsvis noget spinklere Form. Pandehornet, der forøvrigt fuldkommen havde antaget den for det voxne Dyr characteristiske Form, var dog kjendeligt mere fremragende,

og ved nøiere Undersøgelse viste det midterste Halevedhæng eller Telson et meget eiendommeligt og fra samme hos det voxne Dyr afvigende Forhold, idet Enden hos alle Exemplarer havde i Midten (se Fig. 19) en temmelig dyb Indbugtning, fra hvis Bund en kort konisk, til hver Side med en stærk Fjærbørste forsynet Fortsats ragede frem. Senere udviskes denne Indbugtning fuldstændig, og den ovenfor omtalte Fortsats kommer da til at danne den ydre Ende af Telson, omtrent saaledes som Forholdet er fremstillet hos Crangon-Ungerne (Tab. I, Fig. 27). Paa de 2 forreste Fodpar var endnu et meget tydeligt Rudiment af Svømmegrenen at se i Form af et ved Basis til Ydersiden fæstet, af 2 ufuldkomment begrænsede Afsnit bestaaende Appendix; ja selv hos det fuldvoxne Dyr har min Fader paa 1ste Par fundet en ubetydelig Rest igjen. Hos Ungen var dette Appendix ligesaa tydeligt paa 2det Par (se Fig. 20), som desuden skilte sig fra samme hos det voxne Dyr derved, at Saxen endnu ikke var fuldkomment udviklet. Af de 2 Fingre var nemlig den ene (den ubevægelige) neppe mere end halvt saa lang som den anden og dannede saaledes endnu kun en forholdsvis ubetydelig fra næstsidste Led udgaaende Fortsats. Til Spidsen af denne Fortsats var imidlertid fæstet en ualmindelig lang Torn, der krydsede den betydelig kortere fra Enden af den bevægelige Finger udgaaende og saaledes paa en Maade erstattede den endnu manglende Del af Chela'en.

---

Gen. *Sabinea*, Owen.

(Tab. V, Tab. VI, Fig. 1—13.)

Af denne Slægt, hvis væsentligste Særkjende er de ualmindelig smaa, ikke cheliforme Fødder af 2det Par, forekommer hos os 2 distincte Arter, nemlig den længst be-

kjendte *S. septemcarinata* (Sabine) og en af Sidney Smith nylig opstillet Art, *S. sarsii*. Begge Arter forekommer sammen ved vor Vestkyst og nordlig til Lofoten. Ved hele Finmarken; ligesom overalt ellers i de polare Have, er den førstnævnte Art den eneraadende. Jeg har af denne sidste havt Anledning til at studere Larveudviklingen i sin Helhed, og har herved for det første kunnet faa fuldkommen Rede paa den problematiske af Krøyer beskrevne Crustaceform, *Myto Gaimardii*, og dernæst kunnet konstatere en eiendommelig Modifikation i Larveudviklingen hos nærværende Crangonide-Slægt. Af et ved Lofoten optaget ægbærende Exemplar har det lykkets mig at faa Larverne udklækkede, og jeg har saaledes havt Anledning til at undersøge disse i levende Tilstand umiddelbart efter Udklækningen, ligesom jeg senere paa de hjembragte og i Spiritus omhyggeligt conserverede Larver har kunnet verificere de af mig ved Lofoten anstillede foreløbige Undersøgelser. Jeg kan derfor ogsaa staa inde for, at den Tab. V, Fig. 1 og 2 afbildede eiendommelige Larve ikke blot tilhører Arten *S. septemcarinata*, men i Virkeligheden repræsenterer det allertidligste frie Stadium; noget man ellers med Føie kunde have betvivlet, da visse Bygningsforhold snarere synes at tyde paa et senere Stadium i Larvelivet. Sagen er, at vi her har at gøre med en noget forkortet eller sammen-draget Metamorphose, idet Larven kommer ud af Ægget i en betydelig mere udviklet Tilstand end Tilfældet er hos andre Crangonider.

Umiddelbart efter Udklækningen har Larven (Tab. V, Fig. 1 og 2) den anselige Længde af 7,70 mm. og er altsaa mere end 3 Gange saa stor som de nys udklækkede Larver af *Crangon* og *Cheraphilus*. Legemets Form er temmelig spinkel og viser i visse Henseender nogen Lighed med Larverne af Slægten *Pontophilus*, skjøndt den i andre Henseender skiller sig kjendeligt. At vi her har for os Krøyers

*Myto Gaimardii*, vil strax erkjendes ved en Sammenligning af de her givne Figurer med de af Krøyer i Gaimard's Reiseværk meddelte Afbildninger; dog synes Krøyers Exemplar at være lidt videre udviklet og repræsenterer et Stadium, som ligger mellem de to her afbildede.

Rygskjoldet er temmelig bredt og noget nedtrykt, navnlig i sit bagre Parti, ovenfra seet (Fig. 1) af oval Form, med den største Brede foran Midten. Seet fra Siden (Fig. 2) er Dorsalkanten næsten lige og horizontal, med en meget svag Indsænkning lidt foran Midten, og ender fortil med et lidet knudeformigt Fremspring lige ved Basis af Pandehornet. Dette sidste er forholdsvis lidet og smalt, skarpt tilspidset i Enden og skjævt opadrettet. De nedre Kanter af Rygskjoldet er paa Midten noget buede, og deres forreste Del er bevæbnet med fine fortilrettede Torner; de ender fortil, som hos andre Crangonide-Larver, med et spidst udtrukket Hjørne, der ligger til Siden af de nedre Føleres Basaldel.

Bagkroppen, der er mere end dobbelt saa lang som Forkroppen, er af meget spinkel Form og oventil ganske glat, uden Spor af nogen dorsale Fortsatser. Derimod viser Epimererne en meget characteristisk og eiendommelig Bevæbning, ligesom de er ualmindelig stærkt udstaaende til Siderne. Paa 1ste, 3die og 4de Segment er hvert Epimer udtrukket til en i en fin Spids endende, lige udadrettet Flig og paa 2det Segment til 2 saadanne. Paa 5te Segment ender de med et Par temmelig stærke, skjævt bagudrettede dolkformige Fortsatser. Angaaende disse Segmenters indbyrdes Længdeforhold, saa er dette det sædvanlige, idet de 2 første er kortest, 3die lidt længere end 4de og 5te længst. Sidste Segment er særdeles stærkt forlænget, omtrent saa langt som alle de øvrige tilsammen, og i sit forreste Parti meget smalt cylindrisk, hvorimod det bagtil udvider sig

til den sædvanlige Haleplade, der er af betydelig Størrelse og ualmindelig bred.

Øinene (se Fig. 1) er af et, for en nylig udklækket Decapodelarve at være, noget usædvanligt Udseende, idet de er temmelig stærkt forlængede, smalt kølledannede og tydeligt skilte i Midten. De synes imidlertid endnu kun at være lidet bevægelige og bibeholder derfor sin lige udadrettede Stilling temmelig uforandret. Den facetterede Del er halvkugleformig og indtager kun den ydre Trediedel af Øiet. Ved deres Rod bemærkes lige under Pandehornets Basis det enkle Øie i Form af en liden sort Plet.

De øvre Følere (Fig. 3) er af temmelig anselig Længde, idet de neppe er kortere end Rygskjoldet, og viser en lignende simpel Bygning som hos andre nys udklækkede Crangonide-Larver. Skaftet er meget smalt og uledet, af cylindrisk Form og gaar fortil ud i en stærk tornformig Fortsats, der repræsenterer den indre Svøbe. Denne Fortsats er, som hos *Pontophilus*-Larverne, i sin basale Del besat med lange og fine Cilier, medens den smalt udtrukne Ende er bevæbnet rundt om med smaa tiltrykte Pigge. Den ydre Svøbe, der neppe er mere end halvt saa lang som den indre, viser det sædvanlige Udseende og bærer ved Spidsen 4 klare Sandsevedhæng og en simpel Børste.

De nedre Følere (Fig. 4) har et fra samme hos de tidligste Larvestadier af andre Crangonider temmelig afvigende Udseende og ligner meget mere samme hos de viderekomne Stadier. Bladet er saaledes allerede af meget betydelig Størrelse og aflang lineær Form, kjendeligt udvidet i sit ydre Parti og skraat afskaaret i Enden, med en stærk tornformig Fortsats udgaaende fra det ydre Hjørne. Den ydre Kant er ganske glat, hvorimod Størsteparten af Inderkanten, ligesom ogsaa den skraat afskaarne Ende, er forsynet med en uafbrudt Rad af omtrent 23 stærke Fjærbørster. Svøben er ogsaa af ualmindelig Størrelse, idet den neppe er kortere

end Bladet; den er temmelig tyk i sit basale Parti, men afsmalnes successivt mod Enden, der er udtrukket til en skarp, med tiltrykte Smaapigge besat Spids.

Over- og Underlæbe (Fig. 5, 6) er vel udviklede og af sædvanligt Udseende.

Kindbakkerne (Fig. 7) har ogsaa fuldkommen den samme Bygning som hos andre Crangonide-Larver, skjøndt der i Bevæbningen af Tyggeranden lader sig paa vise visse mindre Forskjelligheder.

1ste Par Kjæver (Fig. 8) har allerede den ydre Tygglap bevæbnet paa Enden med et større Antal Torner. Palpen er, som hos Cheraphilus- og Pontophilus-Larverne, tydeligt 2-leddet.

2det Par Kjæver (Fig. 9) skiller sig kjendeligt fra samme hos nys udklækkede Larver af andre Crangonider ved Exognathens betydelig stærkere Udvikling og stemmer i denne Henseende ganske overens med samme i de seneste Stadier hos disse. Den er af aflang oval Form og forsynet med et meget stort Antal (omkring 24) fint cilierede Randbørster.

1ste Par Kjævefødder (Fig. 10) viser det sædvanlige Udseende. Endopoditen har, som hos Crangon- og Cheraphilus-Larverne, kun 4 børstebærende Lappe og er neppe halvt saa lang som Exopoditen, hvilken sidste er ualmindelig stærkt udviklet og forsynet med et temmelig betydeligt Antal af Svømmebørster. Paa Ydersiden af Basaldelen bemærkes et lidet bagudrettet membranøst Vedhæng, der forestiller Epipoditen.

2det og 3die Par Kjævefødder (Fig. 11, 12) er ligeledes fuldkommen normalt byggede, og Endopoditen har paa begge Par sit fulde Antal Led. Exopoditerne er, som hos Pontophilus-Larverne, af usædvanlig Størrelse og forsynede med talrige Svømmebørster.

Bag disse Lemmer, der ogsaa forefindes hos nys ud-

klækkede Larver af andre Crangonider, følger her endnu (se Fig. 2) paa hver Side en Række af ufuldkomment udviklede Appendices, i hvilke man let erkjender Anlæggene til de egentlige Fødder. Ved første Øiekast ser det ud som om der kun er 4 Par tilstede. En nøiere Undersøgelse viser imidlertid (se Fig. 13), at alle 5 Par Fødder i Virkeligheden er anlagte; omend 2det Par ved sin ringe Størrelse og skjulte Beliggenhed let unddrager sig Opmærksomheden. Af disse Fodpar er 1ste (Fig. 14) størst og kløvet i to omtrent lige lange Grene, hvoraf den betydelig smalere ydre Gren forestiller en endnu ufuldkomment udviklet Exopodit, medens den temmelig tykke Indergren repræsenterer den egentlige Stamme, eller Endopoditen. Paa denne sidste er der allerede en svag Antydning til Segmentering, og dens ydre Parti, forestillende Haanden, er temmelig stærkt fortykket samt uddraget til en konisk, stumpt endende Fortsats (Endekloen), til hvis Spids 2 smaa Børster er fæstede.

2det Fodpar (Fig. 15) er, som ovenfor anført, overordentlig smaa, dannende simple, noget indbøiede Fortsatser, der delvis dækkes af foregaaende Par (se Fig. 13).

De 3 øvrige Par (se Fig. 13) er indbyrdes omtrent af ens Størrelse og kjendelig kortere end 1ste Par. De viser ogsaa et meget overensstemmende Udseende, idet de alle 3 er ganske simple, uden enhver Børstebevæbning, og kun viser en meget utydelig Segmentering. Ved nøiere Undersøgelse skiller dog det 1ste af disse Par (Fig. 16), der repræsenterer 3die Fodpar, sig fra de 2 øvrige (Fig. 17), eller de egentlige Gangfødder, derved at det ydre Parti bag den koniskt uddragne Spids er kjendelig stærkere fortykket.

Paa ethvert af de 5 forreste Bagkropssegmenter findes allerede, i Modsætning til hvad Tilfældet er med andre nys udklækkede Crangonide-Larver, tydelige Anlæg til Buglemmer (se Fig. 2). Disse er imidlertid endnu meget smaa og



ganske uden Børster, men viser allerede sine 2 Endeplader tydeligt adskilte (Fig. 18).

Halepladen (Fig. 19) er af særdeles betydelig Størrelse, mere end dobbelt saa bred som lang og næsten af halvmaanedannet Form. Bagkanten viser i Midten en grund, stumpvinklet Indbugtning, hvorved Halepladen deles i to stærkt udspærrede, med smalt tilrundede Hjørner endende Sidelappe. Hvad der imidlertid især udmærker Halepladen, er det usædvanlig store Antal af børsteformige Vedhæng, hvormed den er forsynet. Medens disses Tal hos andre Crangonide-Larver, ligesom ogsaa hos Flerheden af andre Decapodelarver, er et meget begrændset og som det synes hos alle Former constant, nemlig i 1ste Stadium 14 og i de senere 16, findes hos den her omhandlede Larve paa hver Sidelap 16—18 Randbørster, altsaa ialt ikke mindre end 32—36, hvad der er mere end det dobbelte Antal. Af disse Børster er paa hver Side 2 fæstede til den ydre Kant, de 3 følgende til de afrundede Sidehjørner, og Resten til den bagre Kant. Alle Børster er fint cilierede og desuden besatte rundt om med yderst smaa Pigge. De ydre Børster tiltager successivt i Længde indtil den 5te, som er den længste af alle. Af de 11 eller 12 til Bagkanten fæstede Børster er den 2den noget længere end den 1ste, de øvrige successivt aftagende i Størrelse indad. Ved Basis af Halepladen sees paa den nedre Side Anlaabningen, og til hver Side af denne skimtes indenfor Halepladen, og følgende dennes Yderkant et Stykke, en opak, utydeligt begrændset Lamelle, hvori gjenkjendes det første Anlæg til de ydre Halevedhæng. Hos andre Crangonide-Larver er der i 1ste Stadium intetsomhelst Spor af disse Vedhæng at opdage, og det er først i de senere Stadier at de her anlægges paa samme Maade som i 1ste Stadium af nærværende Form. — Hos det endnu i Ægget liggende og af Embryonalhuden omsluttede Foster er Halepladens Sidelappe (se Fig. 20),

ligesom hos *Pontophilus*-Embryonerne, tæt sammenlagte, saa at deres bagre Kanter forstørstedelen ligger i umiddelbar Contact med hinanden. Fremdeles mangler de endnu ethvert Spor af egentlige Børster og viser alene ved Enden et ringe Antal (4) korte fingerformige Udposninger. Indenfor Embryonalhtiden sees imidlertid med stor Tydelighed den sig dannende Haleplade med sine talrige børsteformige Vedhæng, saaledes som den vil optræde, efterat Larven er udklækket.

Larvens Legeme er i levende Tilstand særdeles gjenemsigtigt og næsten vandklart, dog med et Antal vel udprægede stjerneformigt forgrenede Pigmentpletter af brunagtig Farve. Af disse er mest iøinefaldende en temmelig stærkt forgrenet Pigmentansamling i den ydre Del af hvert Antenneblad og en endnu større saadan i Halepladens Side-lappe (se Fig. 1). Desuden findes mindre Pigmentpletter symmetrisk ordnede saavel paa For- som Bagkroppen, ligesom tydelige Pigmentforgreninger er at se paa Forkanten af Øienstilkene, ved Enden af de øvre Føleres Skaft og paa Svømmeegrenene.

Larven bevæger sig om i Vandet omtrent paa samme Maade som andre Crangonide-Larver, men ikke med nogen synderlig Livlighed.

I et noget viderekommet Stadium, som ikke her er afbildet og som endnu nøiere stemmer overens med den af Krøyer givne Figur af *Myto Gaimardii*, har Legemet en Længde af 8,70 mm. og ligner i alt væsentligt samme hos det ovenbeskrevne tidligste Stadium. Med enkelte af Lemmerne er imidlertid foregaaet adskillige Forandringer. Saaledes viser de øvre Føleres Skaft nu en tydelig Sondring i 3 Segmenter, og den indre Svøbe har mistet sine Cilier og Torner. De egentlige Fødder har tiltaget adskilligt i Størrelse, og Exopoditen paa 1ste Par er traadt i Virksomhed som Svømmeapparat. Bagkroppens Buglemmer er ligeledes

kjendelig større end i 1ste Stadium. Derimod har Halepladen bibeholdt sit Udseende temmelig uforandret; kun er de sig i dens indre udviklende ydre Halevedhæng nu noget større og skarpere begrænsede.

I sidste Stadium (Fig. 21) har Larven den anselige Længde af  $11\frac{1}{2}$  mm. og viser idethele en kraftigere og mere undersætsig Kropsform end hos den nys udklækkede Larve, omend Ligheden forevrigt er umiskjendelig.

Rygskjoldet er i alt væsentligt af samme Beskaffenhed som hos de tidligere Stadier, og Pandehornet har bibeholdt sin smale tilspidsede Form uforandret. Bagkroppen er forholdsvis kraftigere udviklet; men den characteristiske Bevæbning af Epimererne er fremdeles tilstede. Sidste Segment har nu sondret sig fuldstændigt fra Halepladen og gaar til hver Side af dennes Basis ud i en skarp bagudrettet Torn.

Øinene er nu frit bevægelige og af udpræget pæredannet Form, samt skilte ved et temmelig bredt Mellemrum, i Midten af hvilket det enkle Øie sees.

De øvre Følere (Fig. 22, 23) har Skaftet sondret i 3 tydeligt begrænsede Segmenter, hvoraf det 1ste er størst og kjendelig længere end de 2 øvrige tilsammen. Ved Basis danner dette Segment udad en temmelig bred, med et næsten retvinklet Hjørne endende pladeformig Udvidning og har nærmere Enden paa den nedre Side (se Fig. 23) et lignende tornformigt Fremspring som hos Pontophilus-Larverne. 2det Led er kun lidet længere end 3die og har, ligesom 1ste, ved Enden i den ydre Kant et Knippe af fine Børster. Fra sidste Led udgaar mellem Svøberne en enkelt temmelig stærk, fortilrettet Fjærbørste. Den indre Svøbe danner endnu den umiddelbare Fortsættelse af Skaftet og er ganske simpel, konisk tilspidset i Enden og uden enhver Bevæbning. Den ydre Svøbe er kortere end den indre og har, foruden de terminale Sandsevedhæng, 2 saadanne

fæstede til en særegen Afsats i den indre Kant nær Enden.

De nedre Følere (Tab. VI, Fig. 1) ligner meget samme i 1ste Stadium, alene med den Forskjel, at Randbørsternes Antal paa Bladet er noget større, og at Svøben har tiltaget adskilligt i Længde og nu er sondret i 2 tydeligt begrænsede Segmenter, en kort og tyk Basaldel og en smalt cylindrisk, i en stump Spids udløbende Endedel, i hvis indre en begyndende Segmentering lader sig paavise.

Over- og Underlæbe viser fuldkommen samme Udseende som i 1ste Stadium.

Ogsaa Kindbakkerne har bibeholdt sin Form uforandret, og Tyggerandenes Bevæbning (Fig. 2) er ligeledes den samme.

1ste Par Kjæver (Fig. 3) skiller sig kun fra samme i 1ste Stadium derved, at begge Tyggelappe har et noget større Antal Torner og Børster.

2det Par Kjæver (Fig. 4) har Exognathen forholdsvis lidt større end hos den nys udklækkede Larve og forsynet med et endnu større Antal Randbørster; forøvrigt er der hverken i dennes Form eller Beskaffenheden af den øvrige Del af disse Kjæver indtraadt nogen mærkelig Forandring.

Heller ikke de 3 Par Kjævefødder (Fig. 5, 6, 7) skiller sig synderligt i Udseende fra samme hos 1ste Stadium. Paa 1ste Par (Fig. 5) har dog Epipoditen kjendelig tiltaget i Størrelse og viser nu en fortil- og en bagtilrettet Lap. En lignende, men mindre Epipodit bemærkes ogsaa ved Basis af 2det Par (Fig. 6). Endopoditen paa 3die Par (Fig. 7) har tiltaget noget mere i Størrelse end den paa 2det Par, saa at den nu er kjendelig mere end dobbelt saa lang som hin,

De egentlige Fødders Udvikling er betydelig fremskredet (se Tab. V, Fig. 21), og de er nu alle tydeligt leddede, ligesom Crangonidetypen er vel udpræget.

1ste Fodpar (Tab. VI, Fig. 8) er vel saa langt som sidste Par Kjævefødder og langt kraftigere bygget. Det er forsynet med vel udviklede Svømmegrene, der dog er kjendelig kortere end de paa Kjævefødderne og paa langt nær ikke af Stammens Længde. Paa denne sidste har næstyderste Led, eller Haanden, antaget den for Crangoniderne characteristiske Form og har Griberanden bagtil begrændset ved et kort, men tydeligt tandformigt Fremspring. Sidste Led synes endnu at være ubevægeligt, men viser allerede tydeligt Characteren af en Endeklo.

2det Fodpar (Fig. 9) er fremdeles af ualmindelig ringe Størrelse, men nu tydeligt leddet og ved Enden forsynet med en Del simple Børster. Af nogen Chela er der intet Spor, og dette Fodpar mangler ligeledes, som de følgende, Exopoditer.

3die Fodpar (Fig. 10) er lidt kortere end de 2 følgende Par og ogsaa af kjendelig spinklere Form, ligesom det ogsaa skiller sig fra disse ved Forholdet af de 2 sidste Led, som gaar i Flugt med hinanden og tilsammen danner en spidst udløbende kegleformig Endedel.

4de og 5te Fodpar (Fig. 11) har allerede antaget alle Characterer af virkelige Gangfødder og er vel saa lange som 1ste Par, skjøndt paa langt nær ikke saa kraftigt byggede.

Bagkroppens Buglemmer (Fig. 12) har betydelig tiltaget i Størrelse og er nu tydeligt sondrede i en Basaldel og 2 uligestore Endeplader. De er imidlertid endnu ikke traadte i Function som Svømmeorganer, og mangler ogsaa ethvert Spor af Børster.

Ved Enden af sidste Segment har de ydre Halevedhæng udviklet sig (se Fig. 13) og er allerede af betydelig Størrelse, dannende sammen med Halepladen en vel udpræget Halevifte. Deres Bygning er den sædvanlige, idet den ydre Lamelle er noget større end den indre og skraat afskaaret

i Enden, med det ydre Hjørne udtrukket til et kort tandformigt Fremspring, medens den indre Lamelle er lancetformigt tilspidset i Enden. Begge Lameller har i Inderkanten og ved Spidsen en tæt Rad af cilierede Randbørster.

Det midterste Halevedhæng, eller Telson, viser (se Fig. 13) endnu et fra samme hos det udviklede Dyr meget afvigende Udseende, idet det har Formen af en mod Enden stærkt udvidet spadedannet Plade, hvis største Brede endog adskilligt overgaar Længden. Den bage Kant viser en jevn og grund Indbugtning i Midten, hvorved den ydre Del af Halepladen synes at gaa ud i 2 stærkt udspærrede og i Enden noget afstumpede Sidelappe. De børsteformige Vedhæng er noget reduceret i Antal, idet der paa hver Sidelap kun findes 13 saadanne, altsaa ialt 26. Af disse er det yderste og mindste fæstet til Yderkanten af Pladen i nogen Afstand fra Spidsen, de 3 følgende til Sidehjørnerne, og de øvrige til Bagkanten. Den 4de Børste, udenfra regnet, er den største, og alle er tæt besatte med fine Smaapigge, hvorimod Cilier ganske synes at mangle.

Larven er ogsaa i dette Stadium temmelig gjennemsigtig, dog med en meget tydeligt udpræget Pigmentering, saavel paa selve Kroppen som paa Lemmerne. Pigmentet er af vakker rødbrun Farve og ialmindelighed afsat i Form af smaa tæt sammentrængte Punkter, der paa visse Steder flyder over i hverandre og danner større sammenhængende, tildels ramificerede Shatteringer, saaledes paa de egentlige Fødder og paa Haleviften.

Det ovenbeskrevne Stadium, som aabenbart er det sidste i Larvelivet, blev taget i Varangerfjorden sammen med en Del yngre Larver, og kan saaledes med fuld Sikkerhed henføres til Arten *S. septemcarinata*, da den anden Art ikke forekommer saa langt Nord.

Den sidste Forvandling har jeg ikke havt Anledning til at observere; men dette er heller ikke nødvendigt til

de ovenomtalte Larvers Identification, hvorom der ikke kan herske nogensomhelst Tvivl. Rimeligvis ligner Larverne af *S. Sarsii* meget samme af *S. septemcarinata*; men der tør dog være visse distinctive Mærker, hvorved disse 2 Arter ogsaa i Larvelivet vil kunne kjendes fra hinanden, i Lighed med hvad Tilfældet er med de i det foregaaende omtalte Crangonide-Slægter. I udviklet Tilstand viser de 2 Arter Sabinea, som ovenfor anført, meget skarpt udprægede Distinctionscharacterer, navnlig i Formen af Pandehornet og Bevæbningen af Telson. Jeg har paa Tab. V, Fig. 24 og 25 afbildet Enden af Telson hos ganske smaa og omtrent ens udviklede Exemplarer af begge Arter, og Forskjellen er her om muligt endnu mere iøinefaldende end hos fuldvoxne Individer, saaledes som Forholdet er fremstillet af Prof. Sidney Smith. Hos begge Arter findes til hver Side af Spidsen 2, tæt sammenstillede Torner, en kort og en lang; men, medens Spidsen hos *S. septemcarinata* (Fig. 24) kun er ganske kort og tvært afskaaret samt forsynet med 2 stærke Fjærbørster, er den hos *S. Sarsii* (Fig. 25) uddraget til en lang lancetformig Fortsats uden enhver Børstebevæbning.

---

Gen. *Sclerocrangon*, G. O. Sars.

(Tab. VI, Fig. 14—31).

Typen for denne Slægt er den vel bekjendte høinordiske Form, *Crangon boreas*, Phipps, der tidligere af enkelte Carcinologer, f. Ex. Kinahan, har været henført til Slægten *Cheraphilus*, men som jeg ved en nøiere anatomisk Undersøgelse fandt burde generisk skilles saavel fra denne Slægt som fra Slægten *Crangon*. En meget nærstaaende Art, *S. ferox*, G. O. Sars, blev opdaget under Nordhavs Expeditionen og nøiere beskrevet og afbildet under Benævnelsen *S. salebrosus* i mit Arbeide over de under denne

Expedition indsamlede Crustaceer. Til samme Slægt tror jeg ogsaa at kunne henhøre den af Sidney Smith som *Cheraphilus Agassizi* opførte Form. Ved vore Kyster forekommer kun den typiske Art, *S. boreas*, der er meget almindelig overalt i vor arktiske Region paa maadeligt Dyb.

Mine Undersøgelser over denne Forms Udviklingshistorie har desværre endnu ikke naaet den forenskede Fuldstændighed; men jeg tror dog af de allerede gjorte Observationer at kunne uddrage den Slutning, at den postembryonale Udvikling hos denne, ligesom de øvrige Arter af nærværende Slægt, skiller sig væsentlig fra den hos andre Crangonider. Allerede den ualmindelige Størrelse af de til Hunnens Bagkrop fæstede Æg synes at tyde paa, at den embryonale Udvikling her varer længere, og at Larvetilstanden derfor enten mangler, eller ialfald er i høi Grad sammentrængt eller forkortet. I mit forrige Bidrag har jeg hos 2 Anomure-Slægter, *Lithodes* og *Galathodes* paavist en saadan stærkt forkortet Metamorphose, og hos begge udmærker ogsaa Æggene sig ved sin betydelige Størrelse. Endelig har jeg hos 2 Dybvandscarider, Slægterne *Cryptoches* og *Bythocaris*, der ligeledes udmærker sig ved den ualmindelige Størrelse af Æggene, kunnet constatere en fuldstændig Mangel af Larveudvikling, idet Ungen kommer ud af Ægget med alle sine Lemmer udviklede og i alt væsentligt ganske overensstemmende i Udseende med det voxne Dyr. Hvorvidt nu nærværende Crangonide-Slægt i denne Henseende stemmer overens med de to ovennævnte Anomureslægter, eller med de to sidstnævnte Carideformer, med andre Ord: hvorvidt der her er Tale om en stærkt forkortet Metamorphose, eller om en direkte Udvikling uden Metamorphose, kan jeg desværre for Tiden ikke med fuld Sikkerhed afgjøre, men finder det sidste sandsynligst. Havde der nemlig virkelig existeret noget fritlevende Larvestadium af denne Form, vilde det dog være høist besynderligt, at



jeg ikke under mine mange Reiser i Nordland og Finmarken, hvor nærværende Crangonide er yderst almindelig, skulde have en Gang faaet fat paa en saadan Larve. Men hverken jeg selv eller nogen anden Zoolog har nogensinde fundet nogen Larveform, der kunde lade sig henføre til nærværende Form. Derimod er det slet ikke ualmindeligt at faa op i Bundskraben meget smaa Unger af denne Art; men disse har allerede alle det udviklede Dyrs Characterer vel udprægede. For om muligt gjennem en embryologisk Undersøgelse at faa Spørgsmaalet afgjort, har jeg gennemgaaet alle i vor Samling opbevarede Exemplarer af denne Art og den nærstaaende *S. ferox*. Iblandt dem var adskillige ægbærende Hunner, men hos ingen af dem var endnu Æggenes Udvikling saa vidt fremskreden, at Sagen herefter med fuld Sikkerhed kunde klares.

Paa Tab. VI har jeg afbildet 2 Stadier i Æggets Udvikling og af det seneste Stadium ogsaa anatomiske Analyser af det indsluttete Embryo.

Fig. 14 fremstiller et Æg i et temmelig tidligt Stadium, men med tydeligt Embryonalanlæg. Dets Længdediameter er selv i dette tidlige Stadium fulde 2 mm Ægget er inderst omgivet af en meget tynd Membran (Blommehinden), udenom hvilken der er en betydelig tykkere, horngul Kapsel (Chorion), hvorfra udgaar paa forskellige Steder baandformige Fibre, der fæster Ægget dels til de nærmest liggende Æg, dels til Hunnens Bagkropslemmer. Det opakt hvide, paa Overfladen af Ægget liggende Embryonalanlæg hæver sig temmelig skarpt og tydeligt af mod den mørke gulbrune Blommemasse, saa at de enkelte Dele, hvoraf det er sammensat, uden videre lader sig nøiere undersøge, naar kun Ægget bringes i den rette Stilling. Der vil ikke være nogen synderlig Vanskelighed forbunden med Tydningen af de forskellige Dele (se Fig. 15). De 2 store, næsten kugleformige laterale Udvidninger fortil er de sammensatte Øine,

i hvis ydre Del allerede en fin radiær Stribning antyder Anlægget til Synselementerne. Midt imellem deres Rod sees en liden mørk Plet, som er det enkle Øie. De 2 Par Følere er begge bagudrettede og beliggende til hver Side af den øvrige Del af Legemet, saaledes, at de øvre har sin Plads yderst, de nedre inderst; de første er enkle, medens de sidste er tydeligt tvekløftede. I Midtlinien, mellem Roden af de 2 Par Følere sees et noget fortykket Parti af næsten hjertedannet Form, der forestiller Pandedelen med Epistomet, og ved Enden af denne Del hæver sig en afrundet triangulær Forhøjning, i hvilken man med Lethed gjenkjenner Overlæben. Umiddelbart bag denne, og kun skilt fra samme ved et meget smalt og noget fordybet Mellemrum, ender med en svagt indbugtet Rand en bagfra fortil i Midtlinien løbende lineær eller baandformig Del, der forestiller den ombøiede Bagkrop, og til hver Side af denne sees en Række af 6 smaa Forhøjninger, hvoraf de 3 bagerste er størst og utydeligt tvekløftede i Enden. Det forreste Par af disse Forhøjninger, der ligger til hver Side af den transversale Fordybning mellem Overlæben og Bagkroppens Ende, er Anlægget til Kindbakkerne; de 2 følgende Par repræsenterer de 2 Par Kjæver, og de 3 bagerste de 3 Par Kjævefædder, hvoraf dog det sidste endnu kun er svagt antydet. Alle de Lemmer, som man ialmindelighed finder udviklede hos Decapodelarverne umiddelbart efter Udklækningen, er altsaa allerede i dette tidlige Stadium af Ægget tydeligt anlagte.

I et betydelig viderekommet Stadium har Ægget en Længdediameter af nær  $2\frac{1}{2}$  mm og er fremdeles omsluttet, foruden af Blommehinden ogsaa af den tykke og nu temmelig opake Chorion, hvorigjennem Embryonet kun utydeligt kan skimtes. For nøiere at kunne undersøge dette sidste i sin naturlige Situs, er det derfor nødvendigt at fjerne Chorion, hvad der ikke saa vanskeligt lader sig gjøre ved

Hjælp af 2 fine Naale. Ægget holdes da (Fig. 16 og 17) kun sammen af Blommehinden, der nu er overordentlig tynd og transparent, saa at det indsluttede Embryo med stor Tydelighed viser sig og kan, eftersom man vender Ægget, undersøges fra forskjellige Sider. Det viser sig nu, at Embryonet allerede er temmelig vidt udviklet, skjøndt flere Ting synes at tyde paa, at det endnu paa langt nær ikke er færdigt til at udklækkes. Forkroppen er af betydelig Størrelse og næsten kugledannet Form samt fyldt med en meget voluminøs gulbrun Blommemasse. Den er skarpt begrændset fra den slanke, i sin forreste Del noget affladede Bagkrop, der som sædvanlig er slaaet ind under Forkroppens Bugside og rækker med Spidsen noget opover Embryonets Pandedel. Paa Forkroppen kan allerede de frie Kanter af Rygskjoldet med Tydelighed forfølges; de ender paa hver Side (se Fig. 16) i en smalt tilrundet Lap, der delvis dækker Siderne af 1ste Bagkropssegment. Imellem dette og den indbugtede Bagkant af Rygskjoldet kommer tilsyne Dorsaldelen af sidste Forkropssegment. Bagkroppen er allerede tydeligt segmenteret, og de forreste Segmenter viser (se Fig. 17) tydelige afrundede Epimerer, medens sidste Segment er simpelt og gaar i Flugt med Halepladen. Ved den forreste Del af Forkroppen sees, ragende frem til hver Side, de store, noget kølleformige Øine, hvis ydre Del allerede viser en tydelig Facettering og har en aflang central Pigmentmasse af mørk brunlig Farve. Lige bag Øinene, og umiddelbart under Kanten af Rygskjoldet, ligger de 2 Par Følere slaaede tilbage langs Siderne af Forkroppen, saaledes, at de øvre har sin Plads yderst og nærmest ind mod Rygskjoldet, de nedre indenfor og noget under hine. Bag Følerne og fordetmeste dækkede til Siderne af disse, bemærkes de 3 Par Kjævefødder, der er boiede i modsat Retning, fortil langs Siderne af Bagkroppen, uden dog at naa frem til Følernes Basis.

Dette er hvad man kan se ved en umiddelbar Under-søgelse af Embryonet, medens det endnu er omsluttet af Blommehinden. For nøiere at kunne undersøge de forskellige Lemmers Structur, er det nødvendigt at udtage Embryonet og underkaste det en fuldstændig Dissection, hvad der ikke er forbunden med nogen særdeles stor Vanskelighed, efterat først den voluminøse og til en fast Masse coagulerede Blommesubstans er udtaget af Forkroppen. Kun ved en saadan Dissection vil man kunne faa nærmere Rede paa de egentlige Munddeles Structur og Beskaffenheden af de i Vinkelen mellem For- og Bagkrop skjulte Anlæg til Fødderne.

De øvre Følere (Fig. 18) viser sig da at bestaa af en simpel, paa Midten lidt opsvulmet Stamme, der ender med en konisk uddraget Spids, indenfor hvilken der er et kort tandformigt Fremspring. I deres indre sees de sig dannende Følere, saaledes som de vil optræde efter den paafølgende Hudskiftning. De 2 Svøber sees her at være sondrede, men, uligt hvad Tilfældet pleier at være, er den indre Svøbe her yderst liden, medens den ydre er af anselig Størrelse, ragende langt ind i den koniskt udtrukne Spids og allerede forsynet med Anlægget til de terminale Sandsevedhæng.

De nedre Følere (Fig. 19) er noget kortere end de øvre og kløvet i 2 omtrent lige lange Grene, hvoraf dog den ydre er betydelig bredere end den indre. Ogsaa her sees i det indre de sig dannende fremtidige Følere med sine 3 Hoveddele, Basaldelen, Svøben og Bladet, hvilket sidste allerede viser i Spidsen Antydning til Randborster og ved det ydre Hjørne en vel udpræget tornformig Fortsats.

Paa Fig. 20 er de egentlige Munddele (Over- og Underlæbe samt de 2 Kjæver paa venstre Side) fremstillede i sin naturlige Situs, seede fra Bugsiden. Overlæben er af afrundet triangulær Form og vender i denne Stilling et af Hjørnerne bagtil, medens Forkanten indtages af den modstaaende

Side af Trianglet. Lige bag den bemærkes 2 smaa, i Midten adskilte Forhøininger, der forestiller Anlægget til Underlæbens Sidelappe, og til hver Side af disse Dele ligger, endnu vidt skilte fra hinanden, Kindbakkerne, der viser en meget simpel Bygning og ingensomhelst Bevæbning af Tyggeranden (se ogsaa Fig. 21). Delvis dækkende Kindbakkerne, ligesom hinanden indbyrdes, følger saa de 2 Par Kjæver, ligeledes skilte i Midten ved et bredt Mellemrum.

1ste Par Kjæver (Fig. 22) er af uregelmæssig afrundet Form og viser indad 3 simple, i Enden afrundede Lappe, hvoraf de 2 bagerste svarer til Tyggelappene, den forreste til Palpen, hvad der tydeligt sees af de respective i det indre af Kjæven anlagte Dele.

2det Par Kjæver (Fig. 23) er noget større end 1ste Par og hver ved et kort Indsnit fortil delt i 2 ufuldstændigt sondrede Partier, en ydre jævnt afrundet Del, svarende til Exognathen, og en indre, i Enden fingerformigt fremspringende Del, repræsenterende Endognathen. Inderkanten af denne sidste er endnu ganske simpel; men i det indre sees allerede tydeligt de sig dannende børstebesatte Lappe, ligesom ogsaa indenfor det ydre Parti den sædvanlige børstebesatte Exognathplade.

De 3 Par Kjævefødder (Fig. 24, 25, 26), der i sin naturlige Situs fordetmeste overdækker de øvrige Munddele, er af meget simpel Bygning og lidet forskellige indbyrdes. De gaar alle ud i 2 simple fingerformige Grene, hvoraf den indre paa de 2 første Par er betydelig kortere end den ydre, medens den paa sidste Par (Fig. 26) er noget længere end denne. Indeni disse Grene sees paa alle Par de sig udviklende respective Endo- og Exopoditer, paa hvilke allerede en utydelig Segmentering lader sig paavise, ligesom ogsaa det første Spor af Børster.

Bag disse Lemmer ligger skjult i Vinkelen mellem For- og Bagkrop en temmelig stor vertikalt stillet Plade (Fig.

27) af næsten trekantet Form, der ved nøiere Undersøgelse viser sig at bestaa af et Antal tæt sammenlagte og mod Enden af Pladen convergerende fingerformige Fortsatser. Efter Beliggenheden af denne Plade, kan der ingen Tvivl være om, at vi her har Anlægget til de egentlige Fødder. Da imidlertid de i samme indsluttede Fortsatser endnu er paa det nøieste forbundne med hverandre og kun lidet skarpt begrænsede, er deres Antal ikke saa let at bestemme, ligesom det heller ikke lykkes ved Dissection at faa dem isolerede fra hverandre. Betragter man denne pladeformige Del lige forfra (Fig. 27), kan dog med temmelig Tydelighed adskilles 3 Par saadanne Fortsatser, hvoraf det 2det Par er ganske kort, neppe rækkende til Midten af Pladen, medens de 2 øvrige Par naaer lige ud til dens Spids. Bag dem synes endnu at ligge 2 Par lignende Fortsatser, saa at vi ialt faar 5 Par svarende til de 5 Fodpar. Saavel Maaden, hvorpaa disse Lemmer anlægges, som deres samtidige Optræden i et saa tidligt Stadium i Æggets Udvikling, er, som man ser, meget forskjellig fra hvad vi finder hos andre Crangonider.

Halepladen (se Fig. 28), der endnu gaar i et med sidste Bagkropssegment, er kun meget lidet udvidet, af aflang oval Form, og har Enden ved et kort mediant Indsnit delt i 2 afrundede Lappe. I dens indre sees Anlægget til den fremtidige Haleplade, som kun lidet skiller sig i Henseende til Form, uden forsaavidtsom det mediane Indsnit er endnu kortere og som Følge deraf de terminale Lappe mindre skarpt begrænsede. Paa enhver af disse har imidlertid udviklet sig en Rad af 8 korte Randbørster. Hvad der fremdeles er af Interesse, er, at der indenfor Halepladen allerede er et meget tydeligt Anlæg til de ydre Halevedhæng i Form af et Par pladeformige Fortykkelser, der rækker omtrent til Midten af dennes Længde.

Dette er hvad jeg for Tiden har at meddele om Em-

bryonets Udvikling hos nærværende Crangonide. Vistnok vil disse Iagttagelser neppe være tilstrækkelige til at bevise Rigtigheden af min ovenfor ytrede Antagelse, at denne Form udvikler sig directe, uden nogen Metamorphose; men flere Forhold ved de ovenbeskrevne Embryoners Bygning synes mig dog med Bestemthed at tyde paa, at Udviklingen hos nærværende Form maa skille sig meget væsentligt fra samme hos andre Crangonider.

De mindste Unger, jeg har fundet, har kun en Længde af lidt over 11 mm og er saaledes selv adskilligt mindre end sidste Larvestadium af *Sabinea septemcarinata*. De har imidlertid, som det vil sees af de 2 her meddelte Figurer 29 og 30, alle Characterer af det fuldvoxne Dyr, uden at der er nogensomhelst Reminiscens af et forudgaaende Larveliv at opdage. Integumenterne er allerede af meget fast Consistens og Legemet prydet med et hos forskellige Individer noget varierende Pigment, bestaaende af et mørkebrunt og kridthvidt Farvestof. Fig. 31 forestiller den ydre Del af Telson hos en saadan Unge. Som hos det voxne Dyr er den bevæbnet med 3 Par smaa laterale Torner og har Enden uddraget til en triangulær, med en skarp Spids endende Plade, til hver Side af hvilken der er en tæt Rad af 6 tynde Fjærbørster.

Jeg haaber senere ved Leilighed at kunne faa udfyldt det Hul, som desværre endnu findes i mine Undersøgelser over denne Crangonides Udviklingshistorie.

## Explanation of the Plates.

## Plate I.

*Crangon vulgaris*, (Fabr.).

- Fig. 1. First larval stage; dorsal view.  $\times 47$ .  
 « 2. The same; lateral view.  $\times 47$ .  
 « 3. First antenna of the same stage.  $\times 86$ .  
 « 4. Second antenna.  $\times 86$ .  
 « 5. Anterior lip  $\times 86$ .  
 « 6. Posterior lip.  $\times 86$ .  
 « 7. Mandibles, with the adductor muscle.  $\times 113$ .  
 « 8. First maxilla.  $\times 113$ .  
 « 9. Second maxilla.  $\times 113$ .  
 « 10. First maxilliped.  $\times 113$ .  
 « 11. Second maxilliped.  $\times 86$ .  
 « 12. Third maxilliped.  $\times 86$ .  
 « 13. Part of the ventral face just behind the maxillipeds, showing the first trace of the anterior leg; lateral view.  $\times 113$ .  
 « 14. Same part of an intermediate stage, with all the legs formed; (the 2nd leg is hidden between the 2 anterior ones).  $\times 113$ .  
 « 15. Caudal plate of 1st stage, viewed from the ventral face.  $\times 86$ .  
 « 16. First antenna of the last larval stage.  $\times 62$ .  
 « 17. Second antenna of the same stage.  $\times 62$ .  
 « 18. Extremities of the mandibles.  $\times 113$ .  
 « 19. First maxilla.  $\times 86$ .  
 « 20. Second maxilla.  $\times 86$ .  
 « 21. First maxilliped.  $\times 86$ .  
 « 22. Second maxilliped.  $\times 62$ .  
 « 23. Third maxilliped.  $\times 62$ .  
 « 24. Legs of the left side, *in situ*.  $\times 62$ .  
 « 25. A pleopod.  $\times 62$ .



- Fig. 26. Extremity of tail, with the caudal plate (telson) and the left uropod; dorsal view.  $\times 62$ .  
« 27. Extremity of telson of the 1st postlarval stage; dorsal view.  $\times 62$ .  
« 28. Mandibles of the same stage.  $\times 62$ .

*Crangon Allmanni*, Kinahan.

- Fig. 29. Last larval stage; lateral view.  $\times 19$ .  
« 30. The same; dorsal view.  $\times 19$ .  
« 31. Extremity of the antennal scale of the same stage.  $\times 47$ .

---

Plathe II.

*Cheraphilus echinulatus*, (M. Sars).

- Fig. 1. First larval stage; lateral view.  $\times 34$ .  
« 2. The same; dorsal view.  $\times 34$ .  
« 3. First antenna of the same stage.  $\times 86$ .  
« 4. Second antenna.  $\times 86$ .  
« 5. First maxilla.  $\times 113$ .  
« 6. Second maxilla.  $\times 113$ .  
« 7. Posterior part of cephalothorax, with the developing legs of 1st pair; viewed from the ventral face.  $\times 86$ .  
« 8. Leg of 1st pair, isolated.  $\times 113$ .  
« 9. Caudal plate; ventral view.  $\times 86$ .  
« 10. First antenna of the last larval stage.  $\times 62$ .  
« 11. Second antenna of the same stage.  $\times 62$ .  
« 12. Extremities of the mandibles.  $\times 113$ .  
« 13. First maxilla.  $\times 86$ .  
« 14. Second maxilla.  $\times 86$ .  
« 15. First maxilliped.  $\times 86$ .  
« 16. Second maxilliped.  $\times 62$ .

Fig. 17. Third maxilliped.  $\times 62$ .

« 18. First leg.  $\times 62$ .

« 19. Second leg.  $\times 62$ .

« 20. The 3 posterior legs of the left side.  $\times 62$ .

« 21. Extremity of tail, with the caudal plate and the left uropod; dorsal view.  $\times 62$ .

*Cheraphilus nanus*, (Krøyer).

Fig. 22. Second antenna of the 1st larval stage.  $\times 86$ .

« 23. Last larval stage; lateral view.  $\times 34$ .

« 24. The same; dorsal view.  $\times 34$ .

« 25. Anterior part of carapace of the same stage; lateral view.  $\times 47$ .

« 26. First postlarval-stage; lateral view.  $\times 34$ .

« 27. Extremity of telson of the same stage.  $\times 62$ .

---

Plate III.

*Pontophilus spinosus*, Leach.

Fig. 1. Ovum at the last stage, with enclosed embryo; lateral view.  $\times 30$ .

« 2. The same; dorsal view.  $\times 30$ .

« 3. Caudal plate of the embryo; dorsal view.  $\times 47$ .

« 4. First larval stage; dorsal view.  $\times 26$ .

« 5. The same; lateral view.  $\times 26$ .

« 6. First antenna of the same stage.  $\times 47$ .

« 7. Second antenna.  $\times 47$ .

« 8. Anterior lip.  $\times 62$ .

« 9. Posterior lip.  $\times 62$ .

« 10. Extremities of the mandibles.  $\times 113$ .

« 11. First maxilla.  $\times 62$ .

« 12. Second maxilla.  $\times 62$ .

« 13. First maxilliped.  $\times 62$ .

- Fig. 14. Second maxilliped.  $\times 47$ .  
 « 15. Third maxilliped.  $\times 47$ .  
 « 16. Part of the ventral face just behind the maxillipeds, with the developping leg of 1st pair; lateral view.  $\times 62$ .  
 « 17. Leg of 1st pair, isolated.  $\times 62$ .  
 « 18. Extremity of tail, with the caudal plate; dorsal view.  $\times 47$ .  
 « 19. Anterior part of the body of a larva in the last stage; dorsal view.  $\times 14$ .  
 « 20. Posterior part of tail of the same larva, with the caudal fan; dorsal view.  $\times 14$ .
- 

#### Plate IV.

##### *Pontophilus norvegicus*, M. Sars.

- Fig. 1. Second larval stage; dorsal view.  $\times 10$ .  
 « 2. Last larval stage; lateral view.  $\times 10$ .  
 « 3. The same; dorsal view.  $\times 10$ .  
 « 4. First antenna of the same stage.  $\times 25$ .  
 « 5. Second antenna.  $\times 25$ .  
 « 6. Mandibles, together with the anterior and posterior lip; from behind.  $\times 34$ .  
 « 7. First maxilla.  $\times 34$ .  
 « 8. Second maxilla.  $\times 34$ .  
 « 9. First maxilliped.  $\times 25$ .  
 « 10. Second maxilliped.  $\times 25$ .  
 « 11. Third maxilliped,  $\times 25$ .  
 « 12. First leg.  $\times 25$ .  
 « 13. Second leg.  $\times 25$ .  
 « 14. Third leg.  $\times 25$ .  
 « 15. Extremity of the same, highly magnified.  
 « 16. Fourth leg.  $\times 25$ .

- Fig. 17. Pleopod of 1st pair.  $\times 25$ .  
 « 18. Pleopod of 2nd pair.  $\times 25$ .  
 « 19. Extremity of telson of the 1st postlarval stage; dorsal view.  $\times 47$ .  
 « 20. Leg of 2nd pair of the same stage.  $\times 25$ .
- 

## Plate V.

*Sabinea septemcarinata*, (Sab.).

- Fig. 1. First larval stage, immediately after being hatched; dorsal view.  $\times 14$ . (= *Myto Gaimardii*, Krøyer).  
 « 2. The same; lateral view.  $\times 14$ .  
 « 3. First antenna of the same stage.  $\times 35$ .  
 « 4. Second antenna.  $\times 35$ .  
 « 5. Anterior lip.  $\times 47$ .  
 « 6. Posterior lip.  $\times 47$ .  
 « 7. Mandibles.  $\times 47$ .  
 « 8. First maxilla.  $\times 47$ .  
 « 9. Second maxilla.  $\times 47$ .  
 « 10. First maxilliped.  $\times 35$ .  
 « 11. Second maxilliped.  $\times 35$ .  
 « 12. Third maxilliped.  $\times 35$ .  
 « 13. Legs of the left side.  $\times 35$ .  
 « 14. Leg of 1st pair, isolated.  $\times 35$ .  
 « 15. Leg of 2nd pair.  $\times 35$ .  
 « 16. Leg of third pair.  $\times 35$ .  
 « 17. Leg of fourth pair.  $\times 35$ .  
 « 18. A pleopod.  $\times 35$ .  
 « 19. Caudal plate; ventral view.  $\times 35$ .  
 « 20. Caudal plate of the embryo, just before hatching; dorsal view.  $\times 35$ .

- Fig. 21. Last larval stage; dorsal view.  $\times 14$ .
- 22. First pair of antennæ of the same stage; dorsal view.  $\times 26$ .
  - 23. Right antenna of 1st pair, viewed from the outer side.  $\times 26$ .
  - 24. Extremity of telson of a very young specimen of *S. septemcarinata*; dorsal view.  $\times 35$ .
  - 25. Same part of an equal-sized specimen of *S. Sarsii*.  $\times 35$ .

---

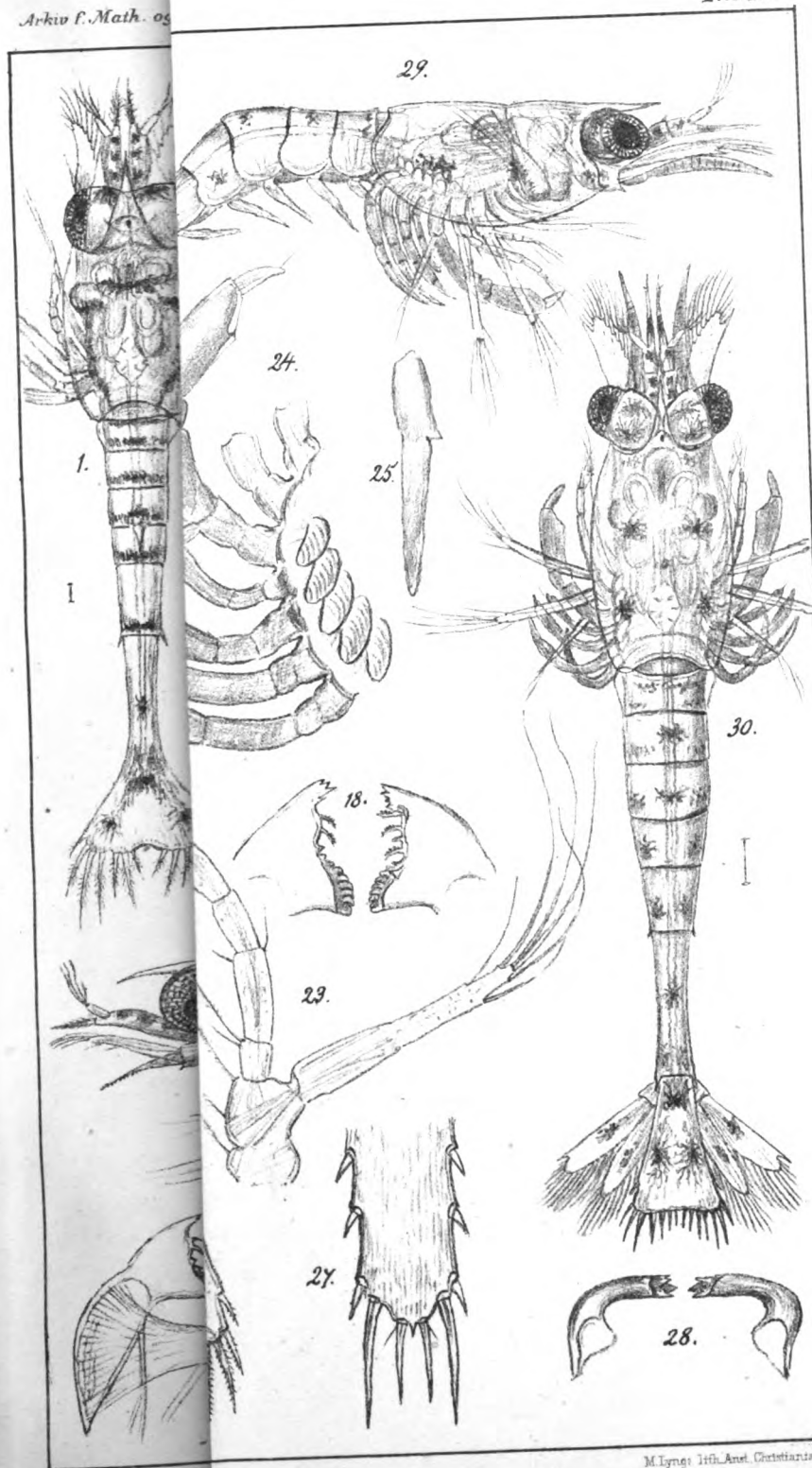
### Plate VI.

#### *Sabinea septemcarinata*, (Sab.).

- Fig. 1. Second antenna of the last larval stage.  $\times 26$ .
- 2. Extremities of the mandibles of the same stage.  $\times 62$ .
  - 3. First maxilla.  $\times 34$ .
  - 4. Second maxilla.  $\times 34$ .
  - 5. First maxilliped.  $\times 34$ .
  - 6. Second maxilliped.  $\times 26$ .
  - 7. Third maxilliped.  $\times 26$ .
  - 8. Leg of 1st pair.  $\times 26$ .
  - 9. Leg of 2nd pair.  $\times 26$ .
  - 10. Leg of 3rd pair.  $\times 26$ .
  - 11. Leg of 4th pair. 26.
  - 12. A pleopod.  $\times 26$ .
  - 13. Extremity of tail, with the caudal plate and the uropoda; dorsal view.  $\times 26$ .

#### *Sclerocrangon boreas*, (Phipps).

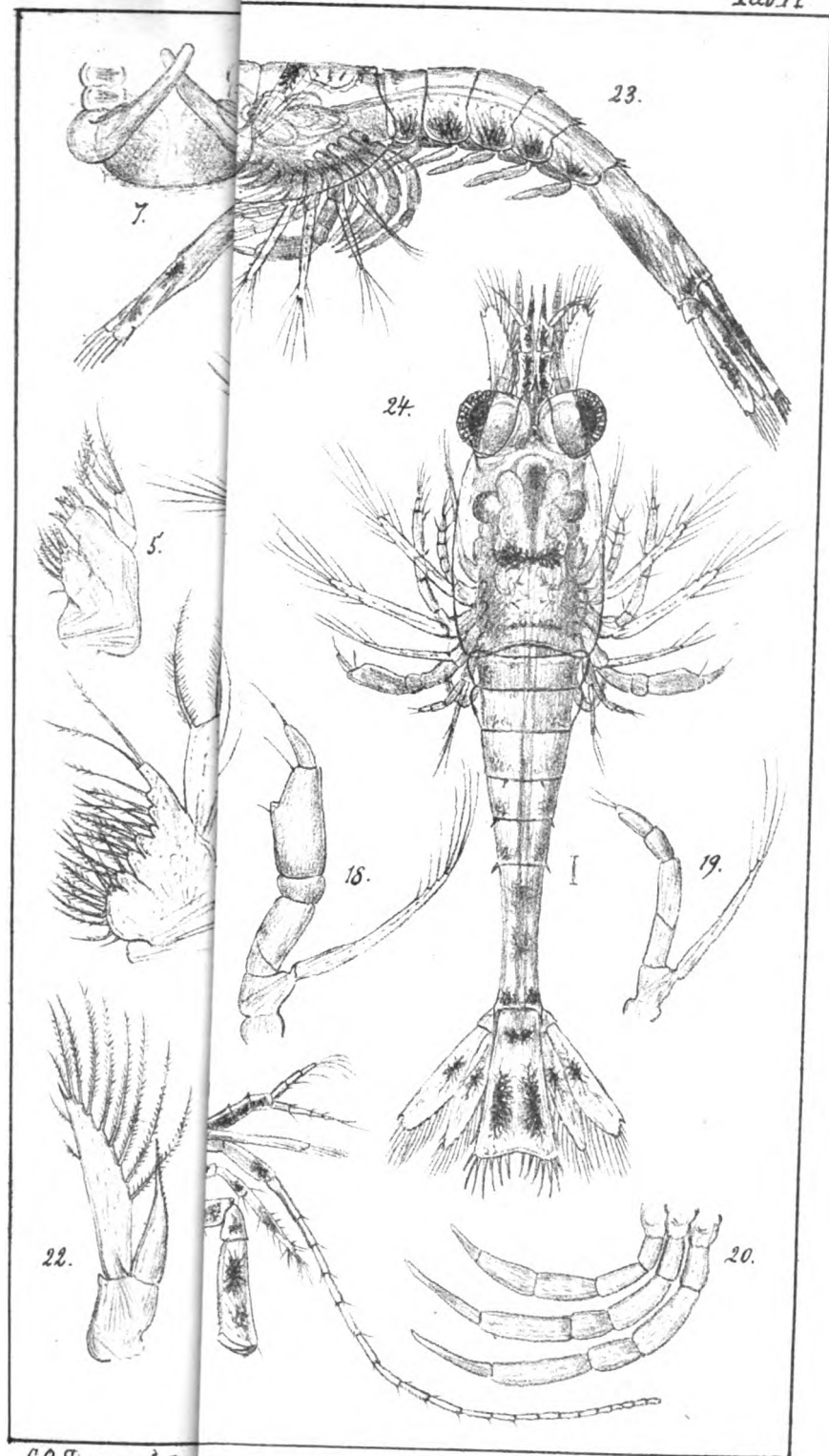
- Fig. 14. Ovum with chorion and adhesive fibres, showing the embryo in a very early stage of development.  $\times 22$ .
- 15. The embryo alone.  $\times 47$ .



G. O. Sars auct.

M. Lynge: 18th. Annot. Christiania





*Stomatopoda autog.*

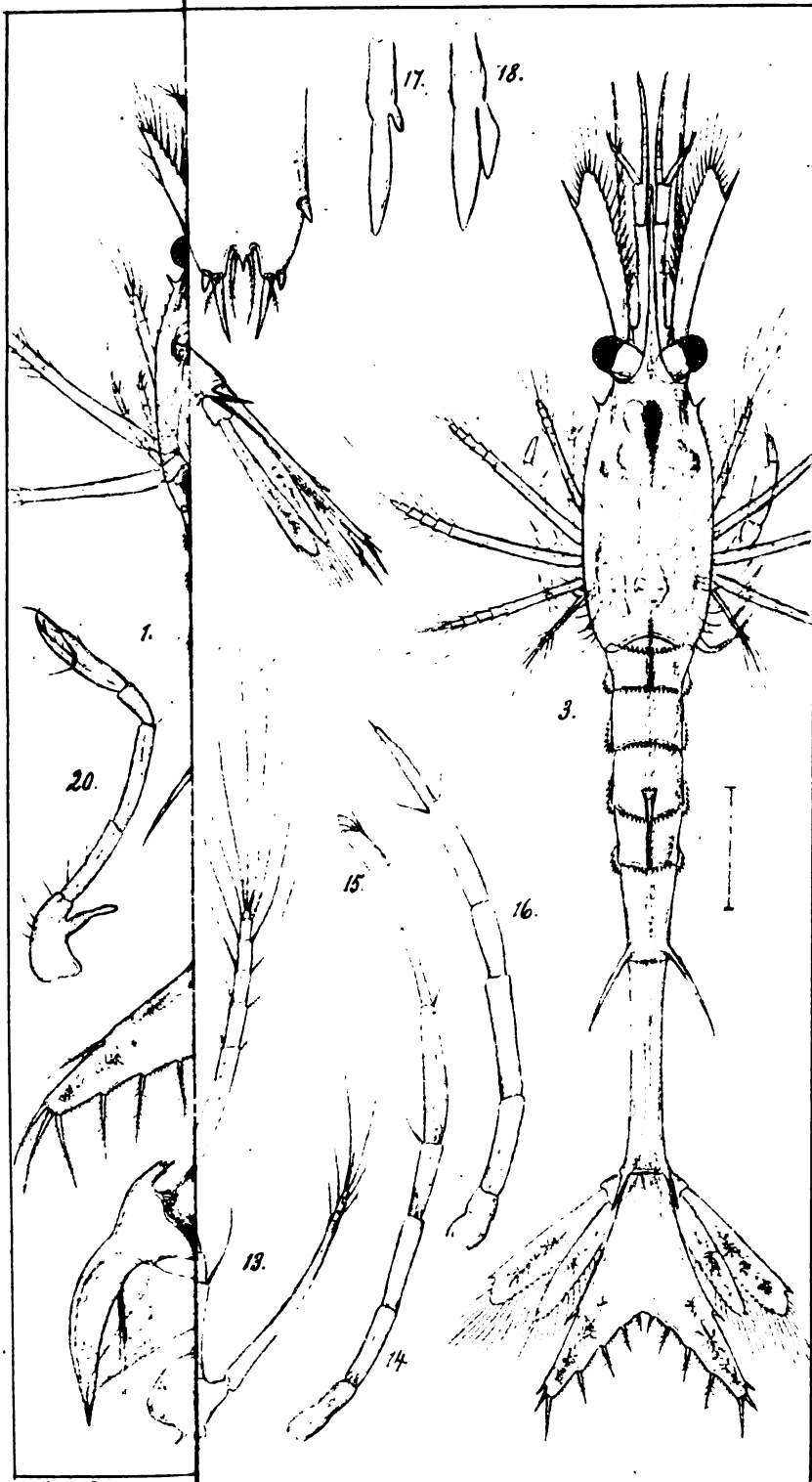
*M. Jørgen. Lith. Anat. Crustaceorum.*











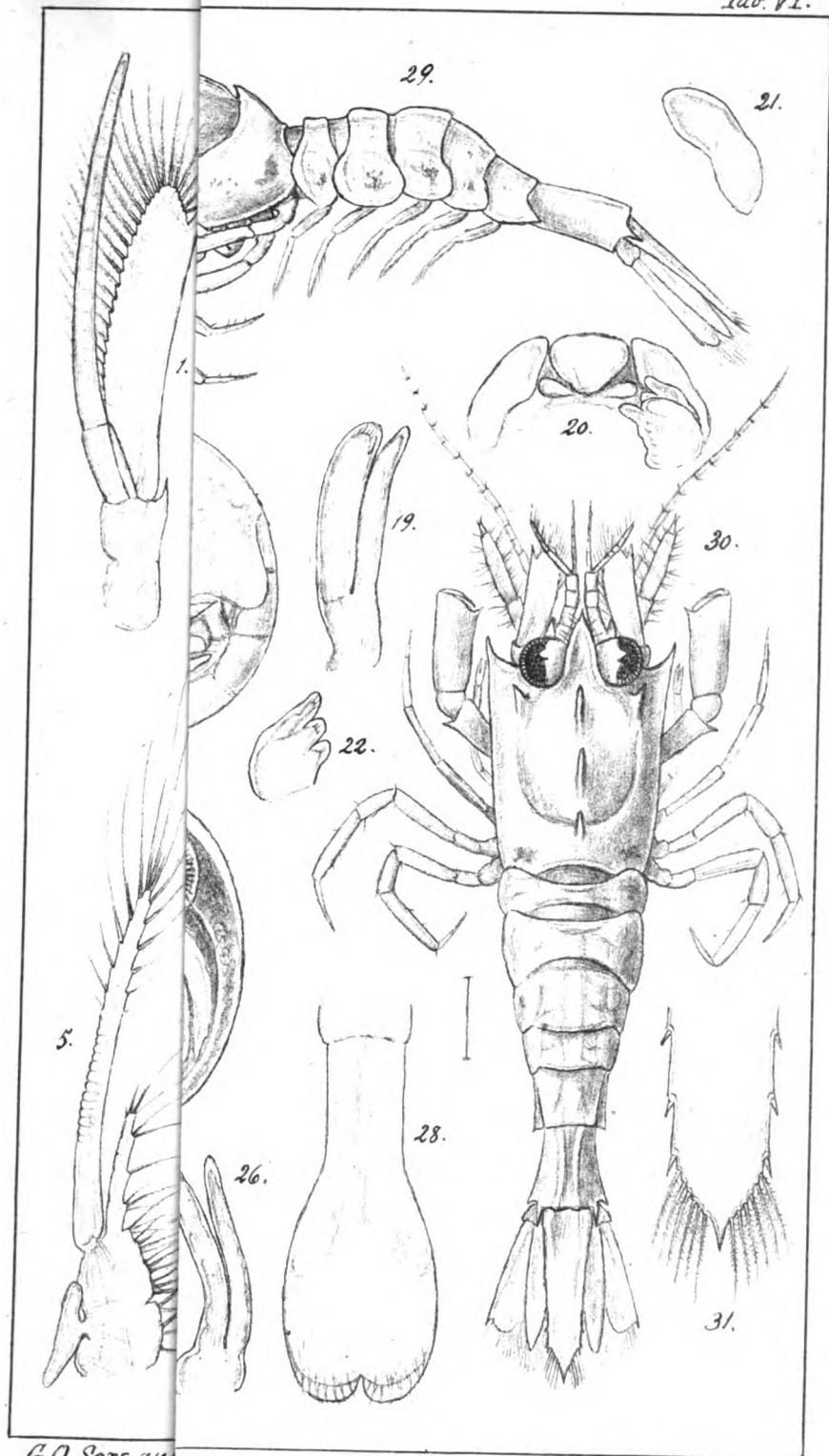
C. O. Sans aite

Museo. Zool. Ind. Torino.









G.O. Sars au

M. Lynceus, lith. And. Christensen.





- Fig. 16. Another ovum, the chorion of which has been removed, with the embryo considerably more advanced, although by far not yet ready to be hatched; lateral view.  $\times 22$ .
- Fig. 17. The same ovum; ventral view.  $\times 22$ .
- « 18. First antenna of the embryo, isolated.  $\times 35$ .
  - « 19. Second antenna.  $\times 35$ .
  - « 20. Oral area, showing the anterior and posterior lip, the mandibles and the two maxillæ on the left side *in situ*; ventral view,  $\times 35$ .
  - « 21. Left mandible, isolated.  $\times 47$ .
  - « 22. First maxilla.  $\times 47$ .
  - « 23. Second maxilla.  $\times 47$ .
  - « 24. First maxilliped.  $\times 47$ .
  - « 25. Second maxilliped.  $\times 47$ .
  - « 26. Third maxilliped.  $\times 47$ .
  - « 27. Pedal plate, containing the developing legs, viewed from the anterior face.  $\times 47$ .
  - « 28. Extremity of tail, with the caudal plate.  $\times 35$ .
  - « 29. Young *Sclerocrangon boreas*; lateral view.  $\times 10$ .
  - « 30. The same; dorsal view.  $\times 10$ .
  - « 31. Extremity of telson of the same specimen; dorsal view.  $\times 26$ .
-

## Til forsvar for mit forsøg på en geologisk tidsregning.

Af

Axel Blytt.

---

I dette tidsskrift har prof. A. Helland ladet trykke en kritik af mit forsøg på en geologisk tidsregning. Denne kritik foranlediger mig til følgende bemærkninger.

Mit forsøg på en geologisk tidsregning går ud på at vise, at ændringerne af jordbanens excentricitet og jævndøgns punkternes præcession efter al sandsynlighed og af grunde, som anføres, må antages at have geologisk betydning, og dernæst søger jeg at bevise denne indflydelse ved at sammenligne de astronomiske perioder og de geologiske lag.

De astronomiske perioder er fastsatte ved beregninger, som er nøiagtige nok til at kunne benyttes i vort øiemed, og de geologiske profiler er givne i naturen. Vi har her to rækker af kjendsgjæringer, og dersom vi er istand til at påvise overensstemmelser mellem dem, så bliver sandsynligheden for, at der er et sammenhæng mellem dem, større og større, jo flere overensstemmelser det lykkes os at påvise; og sandsynligheden kan stige til vished, eftersom flere og flere overensstemmelser findes. Dersom de

astronomiske perioder overhovedet har nogen betydning for geologien, så bør det kunne vises ved en sådan sammenligning; og kan det vises, så har vi dermed en tidsregning for lagenes dannelse.

Helland mener nu, at denne methode, at sammenligne de geologiske lag med de astronomiske perioder, er for tøjelig, og derfor skal de fundne overensstemmelser ikke have nogen beviskraft. Metoden skal endog være til den grad tøjelig, at den «fører til et ubegrændset antal muligheder», og «at alle (tænkte) lag kan indpasses i teorien», og der skal ikke kunne tænkes den række af vekslede ferskvandslag og saltvandslag, «som ikke skal kunne indpasses på kurven, og det ikke således at det passer nogenlunde, men således at det passer absolut».

Ligeoverfor disse påstande er det tilstrækkeligt at gjøre opmærksom på følgende. Kurven for jordbanens excentricitet har meget bestemte egenskaber. Det fremgår af Mc. Farlands beregninger, at den gjentager sig selv på en påfaldende regelmæssig måde. Mærkelig nok har Mc. Farland ikke selv fremhævet denne egenskab ved kurven, og det springer heller ikke i øinene, således som kurven er optrukket hos ham. I min afhandling (fra 1889), hvor kurven er gengivet, således at de til hverandre svarende buer af cyklerne står lodret over hverandre, sees strax, at kurven er dannet af afsnit, der ligner hverandre i påfaldende grad. Efter en tid af omtrent  $1\frac{1}{2}$  million år gjentager den sig selv. Hver cykle er dannet af 16 buer, det vil sige: middelværdien af jordbanens excentricitet stiger og synker under 16 kortvarigere oscillationer engang i løbet af  $1\frac{1}{2}$  million år efter bestemte regler.

Min hypothese går nu ud på, at havstanden ændres med excentriciteten, og at præcessionen bevirker en veksling af lag af forskelligartet beskaffenhed. Det antages, at præcessionsperioden under tertiærtiden havde omtrent den

samme varighed som nu. Følgelig fordrer min hypotese, at de yngre geologiske lagrækker skal vise, at den midlere havstand steg og sank under 16 kortvarigere oscillationer, hver af 80—100 000 års varighed, og altså med 4—5 vexlinger af lag. Vi skal have geologiske cykler, som dannes af 16 etager, og hver etage skal have 4—5 vexlinger af lag. Som man ser, er disse fordringer meget bestemte, og det er let at indse, at man kunde tænke sig et ubegrændset antal af lagrækker, som ikke på nogen måde lod sig indpasse i den givne kurve. Og dermed falder enhver påstand om, at methoden ifølge sin egen natur er for tøielig til at have beviskraft, til jorden.

Med den mig tilgængelige litteratur har jeg nu søgt at vise, at tertiærtidens lag virkelig danner to cykler, at hver af disse har 16 etager, og at der i hver etage er 4—5 vexlinger af lag. Overensstemmelsen mellem perioderne og lagene synes således at være fuldstændig, og sandsynligheden for, at dette alene beror på et træf, er overmåde liden. Mærkelig nok har Helland i sin kritik slet ikke berørt denne almindelige overensstemmelse, som er påvist i min senere afhandling (fra 1889), medens han sågodtsom udelukkende henholder sig til den ældre afhandling (fra 1883) og det deri omhandlede profil fra Pariserbækkenet.

Helland har ikke alene bortseet fra den store og almindelige overensstemmelse, som er fundet; men han har også misforstået methodens natur. Han bemærker for det første, at om en lagrække ikke passer til én del af kurven for jordbanens excentricitet, så skulde det stå os frit for at prøve den på andre dele; og når vi da søger tilstrækkelig længe, antager han, at vi tilsidst nok vil finde et eller andet sted, hvor den passer. Hvor betydningsløs denne indvending er, indsees let, når man betænker, at dersom først ét profil

er indpasset i kurven, så er dermed også alle andre lagræk-  
kers plads i kurven bestemt efter deres geologiske række-  
følge, og det står os aldeles ikke frit for at indpasse dem  
efter behag, hvorsomhelst de nu bedst måtte passe.

Helland påstår fremdeles, at den linie  $n-n$ , som  
drages vandret over kurven, når man vil indpasse vexlende  
salt- og ferskvandslag, og som skulde skille saltvandsdan-  
nelserne fra ferskvandsdannelserne, ifølge min methode  
skulde kunne tegnes krum efter behag, alteftersom lagræk-  
ken måtte fordre det. Ja, var det så, da havde H. ret i  
den påstand, at alle tænkelige lagrækker måtte kunne  
indpasses i teorien. Men det er ikke så; jeg har aldrig  
sagt, at linien  $n-n$  skal få lov til at kunne forskyves i  
lodret retning, når talen er om sammenhængende profiler.  
De to lange profiler fra Pariserbækkenet og fra Wight lader  
sig begge indpasse i kurven, når linien  $n-n$  tegnes ret.

P. 126 siger Helland om den ældre, efter Leverrier's  
formler beregnede kurve og dens forhold til den nyere  
Stockwell'ske, at de er meget forskellige, og han siger  
endvidere: «hvis man tegner de to kurver på hinanden,  
således som de er tegnet på hverandre i Mc. Farlands  
afhandling, så vil de to theoretiske lagrækker, som vi får,  
når vi drager linien  $n-n$ , være forskellige for de to kur-  
ver, og når de i naturen forekommende lag passede så  
godt ind på den ældre mindre rigtige kurve, medens de  
passer mindre godt ind på den nye rigtige kurve, så er  
dette skikket til at svække tilliden til hypotesens rigtig-  
hed». Endvidere siger H., at jeg har forandret min methode,  
når profilet fra Pariserbækkenet sammenlignes med den nye  
kurve; jeg har ikke optrukket nogen linie  $n-n$  og ikke  
afsat præcessionsperioderne på kurven o. s. v. Alt dette  
beror på misforståelser fra Hellands side. Han har  
nemlig ikke bemærket, at den Stockwell'ske kurve for  
den ældre dels vedkommende er forskudt noget i tid i for-

hold til Leverrier's, og det skjønt jeg udtrykkelig har gjort opmærksom derpå. De dele af de to kurver, som Helland har tegnet over hinanden, svarer ikke til hinanden. Går Helland noget fremover i tiden, vil han finde den Leverrier'ske kurve igjen i Stockwells, og han vil se, at det forholder sig, som jeg har sagt, at profilet fra Pariserbækkenet, (på en af mig berørt, men uvæsentlig undtagelse nær), også lader sig indpasse i den nye kurve, når han afsætter præcessionsperioden på den og drager linien  $n-n$  vandret. At dette ikke er gjort i min afhandling (fra 1889) beror ikke derpå, at jeg har ændret min methode, men alene derpå, at jeg anså det mindre nødvendigt. Både profilet fra Pariserbækkenet og profilet fra Wight lader sig indpasse i den nye Stockwell'ske kurve, når linien  $n-n$  drages vandret. Jeg har vist dette i efterskriften til afhandlingen fra 1889 (Nyt Mag. for Naturv. XXXI, p. 290 ff.). Denne efterskrift har Helland ikke været opmærksom på. Havde han kjendt den, så havde han seet, at også hans bemærkninger på p. 127 i hans kritik var overflødige.

Vi kommer nu til Hellands anden indvending. Han mener, at indflydelsen af hine astronomiske perioder vil være vanskelig at påvise; thi der er såmange andre forhold, som kan bevirke vexling af lag. Han siger: «Perturbationerne er ikke få, og i geologien er de virkende faktorer så mange, at det på forhånd er lidet sandsynligt, at den skønne enhed, som forespeiles os fra Pariserbækkenet, skulde være bevaret midt i mangfoldigheden». «Det er hellerikke så, at forfatteren har overseet denne vanskelighed». «Men der gives os ikke en antydning af, hvorledes vi skal kunne skjelne disse arter af afleiringer fra hverandre; det er ofte umuligt at angive årsagerne til, at lag bestående af bestemte bergarter, overhovedet vexler på et givet sted; det er derfor vanskeligt at indse, hvorledes de

vexlende lag, der skyldes tørre og regnfulde tider fremkaldte ved præcessionen, skal kunne skilles fra de vexlende lag, som måtte skyldes indbrud af elvesider, almindelige flomme, forandringer i flodernes løb eller forandring i havstrømmene, forandring af havbankernes beliggenhed, dynen, som måtte rykke frem o. s. v. Dette er i virkeligheden en vanskelighed, som er stor, og som der ikke er gjort mindste forsøg til at komme over; det tør vel siges, at det er i høieste grad usandsynligt, at 2 gange 45 vexlende lag i Pariserbækkenet alle skyldes præcessionen; thi dette vilde være at forudsætte, at i 1 million år har ingen af de andre naturens kræfter været virksomme til at frembringe vexlende lag». «Hvis det er tilladeligt at sige, at de 45 vexlinger, som finder sted i sedimenterne i Pariserbækkenet, skyldes præcessionen, så kan det med lige stor eller rettere lige liden ret siges, at hver vexlen af lerskifer og kalkboller i silurlagene ved Kristiania repræsenterer 21000 år, og at forskjel i alder udtrykt i år kan udfindes ved at tælle lagene».

Vanskeligheden i at skille mellem den vexellagring, som har en almindelig virkende årsag, og den, som har sin grund i mere stedlige forhold, turde dog være mindre, end man på forhånd skulde formode. Og det er ikke ganske overensstemmende med det sande forhold, når H. siger, at «jeg ikke har gjort mindste forsøg på at komme over denne vanskelighed». Jeg har allerede i min afhandling fra 1883 søgt at rydde denne vanskelighed afveien, så godt det lader sig gøre. Da Helland imidlertid ikke har skjænket mine betragtninger om denne sag den fortjente opmærksomhed, skal jeg her fremsætte dem påny.

Det er i geologien som i historien. Der indtræffer begivenheder af større eller mindre betydning og rækkevidde. I meget vidtløftige historiske arbejder medtages ofte mindre



vigtige begivenheder; men i udsigter over verdenshistorien berøres kun de vigtigste hændelser. I geologiske lag er det ligedan. Nær munden af store elve kan en hurtig forbigående flom afleie et kjendeligt lag, vi kan få vekslede lag, som er dannede i kort tid. Mergelleret fra istiden viser en veksling af tynde lag, som antages at svare til årenes antal, lignende «årringe» skal findes i lagene ved Oeningen, i saltlagene ved Stassfurt, i huledannelserne i Brasilien o. s. v. Terrasserne ved elvmundingerne har talrige vekslinger af grovere og finere lag, som er dannede forholdsvis hurtig. Som jeg alt har fremhævet i min afhandling fra 1883, er slige hurtig dannede lag gjerne fattige på forsteninger, og de er fremfor andre udsatte for ødelæggelse. Thi når de hæves over havet under strandliniernes forskyvninger, begynder elven at ødelægge sit eget verk; og af terrasserne og andre slige ved selve elvenes udløb dannede lag er der neppe mange, som står til fjerne tider. Men der gives dog undtagelser. Nagelfluen i Schweiz er således sandsynligvis en dannelse af denne sort. Den aquitaniske etage er i Ligurien mellem de to Bormidaelver dannet af skråtstillede lag, der antages at have en mægtighed af 3000 m., og som viser mangfoldige vekslinger af sandsten og skifer. Efter beskrivelsen at dømme, synes vi her at have for os en gammel deltadannelse. Vi ved, at slige lag kan dannes hurtig. Således er f. ex. Port de Valais (Romernes portus Valesiae) ved den øverste ende af Genfersøen for tiden flere kilometer fjernet fra søen; men denne landvinding er dannet af Rhonen i løbet af 800 år, og de dannede lags mægtighed skattes til 180—270 m. (S. Meunier: *Causes actuelles*, p. 199 ff.). Og hine af Helland omtalte silurlag med den hyppige veksling af lerskifer og lag med kalkboller er vel også dannet hurtig. Jeg slutter dette af den omstændighed, at silur-etagen 4 c β (ifølge Brøgger) viser en væsentlig forskjellig

charakter selv på nærliggende steder, i det på en strækning af omtrent 15 kilometer mægtigheden er tiltaget fra omtrent 10 m. til 46 m., medens kalklagenes antal samtidig også er nærmere 4-dobbelt, 200—750 kalkknollelag. Disse vexlinger i silurlagene får derved nogen lighed med de talrige vexlinger, som findes i mergelleret, og det har aldrig faldt mig ind at regne slige vexlinger forat være en følge af præcessionen.

Men det er anderledes med de i Pariserbækkenet dannede tertiærslag. Thi i dette bækken skede lagdannelsen bevislig meget langsomt. Dette kan man se af de i lagene indesluttede forsteninger. Forsteningerne veksler så hurtigt fra lag til lag, at der i disse dannelser kun falder 4—5 vexlinger af lag (og ikke som i hine ovenfor omtalte dannelser mange hundrede) på hver geologisk etage, når man ved etage forstår en oscillation af strandlinien. Pariserbækkenets tertiærslag er afsatte under rolige forhold og langt fra udløbet af store elve, i vand, som har været klart og rent. Ler og mudder spiller en liden rolle i sammenligning med mergel og rent kemiske sedimenter, som kalk, kiselkalk o. l.

Sådanne lag, som afsættes længere fra elvmundingerne, har større udsigt til at bevares. Når de løftes over havet, er der ingen stor elv i nærheden, som kan ødelægge dem, og når de desuden er afsatte i bækkener, som ved banker er adskilte fra det åbne hav, såat de også er beskyttede mod brændingernes ødelæggende virksomhed, har de endnu større udsigt til at undgå ødelæggelse. Det kan derfor ikke vække forundring, at såmange af de til vor tid bevarede tertiærslag netop er afsatte i slige rolige bækkener som Pariserbækkenet.

Hvad der er sagt om Pariserbækkenets dannelser, har nemlig også gyldighed for andre tertiærdannelser. De tertiære etager har i regelen kun 4—5 vexlinger af lag. I

følgende etager har jeg således fundet 4—5 vexlinger: *Caillasses à Lucina* (i *Calcaire grossier*), *Sables de Beauchamp*, *Calcaire de St. Ouen* (2 oscillationer, med tilsammen 10 vexlinger), Bartonleret, Lower Headon, hver af de tre etager i gipsen i Pariserbækkenet, lagene ved Molt, den sarmatiske etage og Congerielagene i Wienerbækkenet, Coralline crag i Roussillon o. s. v. Og dette, at hver etage kun har 4—5 vexlinger, er en så almindelig regel, at vi alene en sjelden gang, og kun, når vi har med strand- eller delta-dannelser at gjøre, finder etager med talrige vexlinger (således som i de ovenfor nævnte eksempler fra Schweiz og Ligurien). Når nu 4—5 vexlinger for hver etage er en regel, så ligger det nær at slutte, at disse vexlinger skyldes en periode, som varer i tusinder af år, og da kan det ikke være indbrud af elvesider, almindelige flomme eller lignende lokale og hurtig forbigående begivenheder, som har betinget dem, men det bliver høist sandsynligt, at denne vexling af lag skyldes præcessionen, såmeget mere som denne mening i høi grad støttes ved en sammenligning mellem lagrækken og kurven for jordbanens excentricitet.

I slige langsomt dannede lag har vi nemlig alene en oversigt over de vigtigste begivenheder (ligesom i en kortfattet verdenshistorie). De lokale forhold, som Helland nævner, (indbrud af elvesider, almindelige flomme, ændringer i flodernes løb o. l.), vil neppe spores i lag, som dannes langt fra elvenes munding og som afsættes langsomt. Det grovere stof falder tilbunds ved selve udløbet. Terrassen ved elvmundingen er brat afskåret ved den såkaldte molbakke. Og i saltvand synker endog fint fordelte faste stoffe omtrent 15 gange så hurtig tilbunds som i ferskvand, ja meget fint fordelte stoffe synker fuldstændigere tilbunds i havvand i 30 minutter end i ferskvand i 30 måneder (se Richthofen: Führer für For-

schungsreisende, p. 184). Det meste af elvens slam vil derfor afsættes forholdsvis nær dens udløb, og den stærkeste flod vil kun danne et umærkeligt lag i bækkener med ringe tilførsel. Men anderledes er det med hine vexlende tørre og fugtige tider, som skyldes præcessionen. Vi har her, om jeg så må sige, flomtider, som varer i 10000 år og mere. Og i så lange tidsrum kan lag af kjendelig mægtighed afsættes selv i bækkener, hvor lagdannelsen sker meget langsomt.

En anden forstyrrende omstændighed, som Helland nævner og som han ofte kommer tilbage til, er brændinger-nes indvirkning på de banker eller barrierer, som stængte mellem det åbne hav og de bækkener, hvori tertierlagene afsattes. «Havet kan skylle noget af barrieren bort», og vexlinger af salt- og ferskvandsdannelser kan have andre årsager end ændringer af excentriciteten.

Der siges, at Limfjorden i Jylland i de sidste 1000 år har været salt og fersk vekselvis 4 gange, ved gjentagne gennembrud af banken mod Vesterhavet og ved denne bankes fornyede dannelse. Lad os nu se, hvad indflydelse det vilde have i lag, som er dannet langsomt. Sæt, at der i 20000 år dannes et lag af 2 meters mægtighed. I 1000 år vil følgelig et lag af 10 cm. dannes. For hver sådan vexling af salt og fersk som de i Limfjorden vil vi da få fjerdeparten; d. e. lag med fersk- og saltvandsforsteninger af lidt over 1 centimeters mægtighed vil vxle. Men nu er forsteningerne ikke så hyppige, at vxelen kan ventes påvist for hvert af disse tynde lag. Derfor vil slige lag snarere tydes som overgangsdannelser fra salt- til ferskvand. Med andre ord, slige forandringer, som foregår hurtigt, vil udviskes i langsomt dannede lag. At Limfjorden i disse 1000 år hele tiden lå omtrent i havets nivå, er det væsentlige; dannelsen og gennembrudet af banken er uvæsentlig, og de dannede lag viser kun en blanding af salt-

og ferskvandsdyr. Sålænge havets stand er uforandret, vil sandsynligvis banken beholde en vis midlere høide, og den vil gjennembrydes snart på ét sted, snart på et andet, medens den samtidig måske gjenopbygges på andre steder. Der er forøvrigt ingen grund til at tro, at slige gjennembrud har havt indflydelse på vexlinger af salt- og ferskvandsdannelser i Pariserbækkenet. Helland taler ofte om den barriere, som skilte Pariserbækkenet fra havet. Efter hans mening var den af en meget løs og forgjængelig beskaffenhed og var underkastet allehånde forandringer. Men der er ingenting som taler for denne mening.

Pariserbækkenets tertiære lag er af ringe mægtighed. Tilførselen af sedimenter har eiensynlig været meget svag. For slige langsomt dannede lags vedkommende finder jeg ingen urimelighed i den antagelse, som forekommer Helland så usandsynlig, at omtrent alle de tilstedeværende vexlinger kan skyldes præcessionen og ændringerne af excentriciteten. Jeg behøver ikke derfor at forudsætte, «at i 1 million år har ingen af de andre naturens kræfter været virksomme til at frembringe vexlende lag», fordi om disse ikke spores i de lag, som er os opbevarede fra Pariserbækkenet.

Og vi sporer netop disse «andre naturens kræfter» i de lag, som dannedes samtidig på øen Wight. Disse lag er dannede udenfor udløbet af en mægtig flod, og her er forholdene anderledes end i Pariserbækkenet. For det første er lagene langt mægtigere (over 3 gange så mægtige som de samtidige lag fra Pariserbækkenet); dernæst spiller mekaniske sedimenter, som ler og sand, en meget større rolle, og endelig er lagdannelsen langt mindre regelmæssig. Medens de to profiler fra La Frette og Méry sur-Oise i Pariserbækkenet er ensartede og frembyder de samme vexlinger, så er lagene på Wight langt mindre konstante. Eftersom søen nedbryder de steile strandklipper, skifter på Wight

profilerne udseende i detalier. Lindseformede lag er indleirede mellem de mere konstante. Woodward (Geol. Mag. 1889) har endog af den grund ment, at lagene på Wight var aldeles uskikkede til at benyttes i vort øiemed. Men Forbes har beskrevet disse lag meget grundigt og nøiagtig; og det fremgår af hans undersøgelser, at der er visse lag, som optræder langt mere konstant, og som vi kan gjenkjende i de forskellige profiler. Ved hjælp af disse lag finder vi orden i mangfoldigheden, og det viser sig, at de store træk i profilerne holder sig uforandrede; og det er efter disse store træk, vi må gå, når vi vil bestemme antallet af klimatiske omslag i lag som de på Wight.

Meget langt fra land, i de store havdyb, sker lagdannelsen så langsomt, at uddøde haiarters tænder ligger side om side med nulevende arters. Siden tertiærperioden har der på slige steder kanske dannet sig alene nogle centimeter mægtige lag. At vore perioder ikke kan spores i slige lag er selvfølgeligt. Men slige lag ligger ude i de store havdyb, og de er omtrent ukjendte i de geologiske lagrækker.

Om det end ikke er muligt i hvert enkelt tilfælde at bevise\*), at den eller den vexling af lag skyldes præcessionen, så er der af de ovenanførte grunde anledning til at tro, at en væsentlig del af lagvexlingen i de tertiære dannelser skyldes denne periode. Og da der nu er gode grunde forhånden til at antage, at præcessionen og excentricitetens ændringer bevirker vexling af lag, så kan det vel hellerikke være ganske betydnings-

---

\*) Pag. 121 anfører H. endel vexellagringer fra Pariserbækkenet, der skal vise, at jeg tildels er gået vilkårlig frem ved at tælle antallet af klimatiske vexlinger. Havde H. sat lagenes mægtighed til, vilde vilkårligheden have vist sig mindre; thi de lag, som ikke er medregnede, er af meget ubetydelig mægtighed.

løst, at der er god overensstemmelse mellem lagene og de astronomiske perioder. Denne overensstemmelse taler stærkt for, at vexellagringen skyldes hine astronomiske perioder.

Vi kommer nu til en tredie indvending, som Helland gjør, og som må imødegåes, da den ser ud til at være af større betydning, end den i virkeligheden er. Det lange profil fra Pariserbækkenet, som passer så godt til kurven under forudsætning af, at det er sammenhængende, skal have et hul. Helland citerer Dollfus og Vasseur for denne mening, og siger p. 124: «Denne bemærkning om, at den fjerde gipsmasse mangler i den lagrække, som skal passe så godt til teorien, fremføres ikke af pedanteri. Det er nemlig klart, at hin 4de gipsmasse må have havt tid til sin dannelse». «Når nu kurven passer trods det, at der i naturen er et sprang, som forf. har overseet, så er dette vel skikket til at vække tvivl om den hele methodes rigtighed». «At noget af de ved Méry-sur-Oise optrædende lag skulde være repræsentanter for fjerde gipsmasse, antydes ikke».

Vi må derfor undersøge gipsformationen næiere forat komme efter, om det virkelig forholder sig så, at der bevislig er et hul i lagrækken ved Méry, og isåfald, om dette hul svarer til så lange tidsrum, at det bliver af betydning for spørgsmålet om kurvens og lagrækkens overensstemmelse. I den anledning vil vi sammenligne forskellige profiler af gipsformationen, dels fra Pariserbækkenets mere centrale dele, dels fra steder, hvor randdannelserne er mere fremtrædende.

Dersom man ser efter i min afhandling (Nyt Mag. f. Natv. XXXI p. 295), vil man se, at gipsformationen skal svare til de tre buer af excentricitetskurven, som er betegnede mod 2', 3' og 4'. Disse tre buer er højere end nabobuerne, og når linien  $n-n$  drages vandret, så sees, at gips-

formationen skal være en saltvandsdannelse med tre oscillationer af strandlinien, og at den skal ligge mellem to ferskvandsdannelser, hver med 5 eller flere vexellagringer. Dette er også tilfældet. Og der gives intet andet sted i kurven, hvor en sådan lagrække lader sig indpasse. Alt dette stemmer altså. Ser vi nu på gipsformationen selv, da ser vi, at den svarer til tre buer; den skal altså betegne tre stigninger og synkninger af havet, og den skal have været henved 250 000 år, den skal altså have 11—12 vexlinger af lag på grund af de vekslede tørre og regnfulde tider.

Lapparent har i sin géologi (ed. 2, p. 1138) følgende oversigtsprofil af gipsformationen i nedstigende følge.

9. 1ste gipsmasse.
8. Mergel med menilit.
7. Mergel med gipsnyrer.
6. 2den gipsmasse med cerithiummergel.
5. Gul mergel med *Lucina inornata*.
4. 3die gipsmasse.
3. Mergel med *Pholadomya ludensis*.
2. 4de gipsmasse.
1. Sandsten og grøn sand fra Argenteuil med *Mytilus Biochei*.

Under dannelsen 1, som er den ældste i hele formationen, kommer ferskvandskalken ved St. Ouen.

Argenteuilsandstenen\*) er marin, og da den hviler på en ferskvandskalk, så betegner den altså en stigning af havet. Gipsformationen indledes altså med en stigning af havet. Men over sandstenen ligger den 4de gipsmasse. Dannelsen af gips viser, at havet havde mindre fri adgang

\*) Denne dannelse er den samme, som den, der i profilet fra Méry-sur-Oise benævnes Sables de Monceaux (se min nævnte afhandling l. c.).



til bækkenet. Gips kan kun afsættes i mere lukkede havbugter. Dersom forbindelsen med oceanet er aldeles åben, kan bassinets vand neppe blive så concentreret, at nogen fældning af gips kan foregå. Vi har derfor god grund til at antage, at gipsmasserne betegner tider, hvori strandlinien var veget noget tilbage, og hvori bassinets forbindelse med det åbne hav var mindre fri. Ovenpå 2 ligger atter en marin mergel uden gips, 3. Denne mergel betyder en ny stigning af havet, såat gipsdannelsen afbrødes. Men atter sank havet, og en ny gipsmasse, lag 4, afsattes. For tredje gang steg havet, og den marine mergel 5 dannedes. Så sank havet, gipsdannelsen begyndte pånyt, lagene 6, 7 og 8 afsattes, og da endelig laget 9 dannedes, blev bassinet igjen ferskt, og hermed slutter gipsdannelsen, og den følgende formation af ferskvandsmergler begynder. Altså ser man, at der er god grund til at tro, at gipsformationen, således som vor hypothese fordrer, dannedes under 3 på hverandre følgende stigninger og sænkninger af havstanden. Bassinet blev under disse ikke ganske afstængt fra havet, men forbindelsen med havet var mere eller mindre åben, og den 4de gipsmasse, som skulde tale mod rigtigheden af vor hypothese, kan anvendes til at støtte den.

Af gipsformationen i Pariserbækkenet har jeg fundet tre detaljerede profiler: 1) fra Méry-sur-Oise (Bull. Soc. Géol. de France (3) vol. VI), meddelt i min afhandling om vexellagring, 2) et profil mellem Argenteuil og Sannois (af Bioche og Fabre i Bull. Soc. Géol. de France (2) vol. XXIII) og 3) et fra en jernbaneskjæring ved Belloy (meddelt af Carez i Bull. Soc. Géol. de France (3) vol. VIII). Af disse er det første fuldstændigt, d. v. s. det går gennem hele formationen, det andet går fra toppen af sandstenen (1 i Lapparents profil) til op i den 2den gipsmasse (6 i Lapparents profil); det 3die profil går fra fersk-

vandskalken fra St. Ouen op gennem gipsformationens nedre del til Lucinamergelen (5 i Lapparents profil).

Når man nu betragter disse detailprofiler, så ser man for det første, at ved udtrykkene 1ste, 2den, 3die og 4de gipsmasse, betegnes ikke 4 masser af ren gips, men hver af dem kan atter være bygget af en vexling af mergel- og gipslag. Således er ved Méry-sur-Oise lagene 160—196 af Dollfus og Vasseur henførte til den anden gipsmasse, fordi der under denne lagrække ligger en 0.20 m. mægtig mergel med *Lucina*. Den «anden gipsmasse» består her af en voxel af gips og 6—7 mere eller mindre tykke mergellag\*).

Ligesom den anden gipsmasse i profilet ved Méry er sammensat af flere vexlinger af mergel og gips, således er det samme tilfældet med de såkaldte 3die og 4de gipsmasser i Bioche's og Fabre's snit fra egnen mellem Argenteuil og Sannois. Forfatterne henfører lagene 1—9 i deres profil med 2 eller måske 3 vexlinger af gips og mergel til den 4de gipsmasse, 10—12 kalder de «marnes fossilifères»; de svarer til 3 i Lapparents profil; 13—24 er den tredie gipsmasse med 5 vexlinger af mergel og gips; lagene 25—29 med én voxel af mergel og gips betegner forfatterne som den anden gipsmasse; i mergelen 28 har de fundet *Lucina*, og denne mergel betegnes af dem som Lucinalaget. Lapparent og Dollfus og Vasseur lægger Lucinalaget mellem den anden og tredie gipsmasse; Bioche og Fabre lader den anden gipsmasse begynde under Lucinalaget, og dette ligger hos dem indleiret i den anden gipsmasse.

---

\*) Ved den «anden gipsmasse» forstår disse forfattere ikke ganske det samme som Lapparent, thi deres «anden gipsmasse» omfatter foruden laget 6 (Lapparents «anden gipsmasse») tillige lagene 7 og 8 hos Lapparent. Heraf sees, at begrebet den «anden gipsmasse» opfattes noget forskjelligt hos de forskellige franske geologer.

Da de gipsmasser, der betegnes som den 2den. 3die og 4de, alle er afsatte i saltvand, og da de forskellige gipsmasser ikke er dannede af ren gips men af en vevling af gips og mergler, så er det klart, at man må kunne vente at finde Lucina i flere af disse mergler; og et tyndt mergelbånd med Lucina er altså neppe nogen så bestemt geologisk horizon, at man med sikkerhed skulde kunne påstå, at laget 159 i profilet fra Méry er det samme som laget 28 i profilet mellem Argenteuil og Sannois. Da Lucina sandsynligvis i lange tider har levet i Pariserbækkenet, bør den kunne findes ikke i et, men i flere af de mergellag, som findes indleirede i den øvre del af saltvandsgipsen.

Ved denne sammenligning mellem de to profiler har det altså vist sig, at begreberne «2den og 3die gipsmasse og Lucinamergel» ikke opfattes på samme måde af de forskellige forfattere. Og det har vist sig, at vi i alle profiler har tegn på en stigen og synken af havet samt desuden mærker på en periode af kortere varighed, som har forårsaget en vevling af mergel og gips inden hver særskilt af de tre marine gipsmasser. Denne vevling tilskriver jeg de vevlende tørre og regnfulde tider på grund af præcessionen.

L'apparent siger om gipsen i Pariserbækkenet (l. c. p. 1139): «Les diverses masses de gypse se coincent plus ou moins vite sur les bords du bassin de Paris. A Méry-sur-Oise la troisième et la quatrième masse ont disparu\*), et la seconde est déjà réduite, tandis que les marnes marines à Lucines s'y poursuivent, reposant directement sur la marne à Pholadomya ludensis. Plus loin au nord, le

\*) Her viser sig atter, hvor vevlende skillemærkerne mellem disse gipsmasser er, thi ifølge Dollfus og Vasseur er den tredje gipsmasse ikke forsvundet ved Méry men der repræsenteret ved lagene 155—158.

gypse n'est plus représenté que par des marnes»<sup>\*)</sup>). Lapparent fortæller dernæst, at ved Champigny-sur-Marne er gipsen erstattet ved kalk. Og længere nede p. 1139 heder det: «De Ludes à Montchenot, dans la Marne, le gypse est représenté par des bancs marneux minces à *Pholadomya ludensis*. Il en est de même au mont de Berru, près de Rheims.»

Det vilde nu i virkeligheden også være en høist urmelig antagelse, at der i et så stort bækken som Pariserbækkenet nogensinde over hele bækkenets bund skulde dannes et lag af aldeles ensartet beskaffenhed. Og det er dette, som Helland forudsætter, når han antager, at mangelen af den 4de gipsmasse ved Méry beviser, at der på dette sted er et hul i lagrækken. Han kan ikke beråbe sig på Dollfus og Vasseur i dette stykke; thi de nævnte forfattere anfører ikke noget bevis for, at der er et sådant hul. Vi har seet af citaterne fra Lapparent, at gipsen er mægtigst i de midtre dele af bassinet, men at den aftager i mægtighed og forsvinder nær kanterne. Og vi har seet, at samtidig med, at der dannedes gips i visse dele af bassinet, dannedes der på andre steder mergel og på atter andre kalk. Når Helland anser den omstændighed, at der ikke findes nogen gips mellem sandet og *Pholadomya*-mergelen i profilet fra Méry som et bevis for, at der i dette profil er et hul, så kan jeg svare med en henvisning til de ovenstående citater fra Lapparent, hvorefter fremgår, at gipsen kan erstattes af andre dannelser, og at den endog på sine steder er aldeles erstattet af mergler med *Pholadomya ludensis*.

Tager vi nu de forskellige profiler for os forat undersøge antallet af vexellagringer i gipsformationen, så er alene profilet fra Méry fuldstændigt, og det fremgår af

---

<sup>\*)</sup> Udhævet af mig.

hvad jeg har sagt i tidligere afhandlinger, at gipsformationen i dette profil (sandstenen indbefattet, altså lagene 143—190 eller måske —196 i profilet fra Méry), har 11 vexellagringer. Der kan være nogen tvivl for et par af disses vedkommende, om de vexlende lag er betydelige nok til at regnes med. Jeg anser dette for mindre væsentligt. I ethvert fald vil man få omkring 10—12 vexlinger, d. v. s. såmange, som vor hypothese fordrer.

De to andre profiler er som sagt ufuldstændige. Profilet fra Belloy har nederst (over ferskvandskalken fra St. Ouen) 5 vexlinger af sand og mere eller mindre sammenhængende sandstenbænke. De 4 vexlinger regnes af forfatteren til Sables d'Argenteuil. Denne etage har i snittet ved Méry også 4 mere eller mindre sammenhængende sandstenlag. Hvormange den har i de mere centrale dele af bækkenet, kan ikke sees af snittet fra mellem Argenteuil og Sannois, da dette kun har sandsten i bunden og ikke går lige ned til St. Ouenkalken. Men det er aldeles ikke umuligt, at en eller flere af de vexlende sand og sandstenlag her i de længere fra land liggende dele af bassinet kunde være erstattede af vexlinger af mergel og gips. I snittet fra Belloy kommer over sandstenen 3 vexlinger af ler, mergel og gips og øverst en mergel med Lucina. Dermed slutter dette temmelig ufuldstændige profil.

Profilet fra mellem Argenteuil og Sannois, synes at være næsten eller ganske fuldstændigt for saltvandsgipsens vedkommende. Her som ofte ellers kan der vel være nogen tvivl om, hvormange vexellagringer man skal regne, men ialfald synes der at være 8—10, hvoraf flere ganske sikkert regelmæssige.

Således har vi nu seet, at gipsformationen efter de foreliggende detailprofiler, såvel hvad strandliniernes forskyvning som vexellagringernes antal angår, passer så godt til vor hypothese, at vi synes at have ret

i den påstand, at vi kan spore de astronomiske perioder i lagene.

Af alt dette ser man, at Hellands bemærkning om, at den 4de gipsmasse mangler ved Méry-sur-Oise, neppe har nogen betydning. Det er ikke nogen geologisk etage, som mangler; det er en «faciesdannelse», hvorom Lapparent (l. c. p. 1138) siger, at den af alle de 4 gipshorizont er «l'horizon le plus restreint et le moins constant». Og han siger, at gipsen kan erstattes ved andre dannelser.

Endelig kommer vi til Hellands sidste indvending. Han bebrejder mig, at jeg uden reservation anser lag for samtidige, fordi de indeholder lignende forsteninger. Vi vil se lidt nærmere på denne påstand.

Da der ikke på noget enkelt sted findes en fortløbende række af lag fra hele tertiærtiden, er man nødt til at danne et kombineret profil, hvis man vil få et billede af den tertiære lagrække i sin helhed. Det gjælder da at udfinde, hvilke lag der er samtidige i de forskellige bækkener. Det eneste middel, som geologerne har til at bestemme den relative alder af lag, som er afsatte i forskellige bækkener, er de i lagene indesluttede forsteninger. For to bækkener, som ligger nær hinanden, er lighed i forsteninger et temmelig sikkert kjendemærke på samtidighed. Men når talen er om bækkener, som ligger meget langt fra hinanden, f. ex. når det gjælder en sammenligning mellem egne, som ligger mangfoldige breddegrader fjernede fra hinanden, eller som ligger i forskellige verdensdele, beviser lighed i forsteninger ikke samtidighed. Dette er noget, som vi botanikere og zoologer ved meget vel. Det er, om jeg ei feiler, af biologerne, at geologerne har fået denne lærdom (A. de Candolle, Huxley); og Helland kunde derfor have sparet sine bemærkninger om denne sag. Han vil også ved nærmere at studere mine afhandlinger se, at det netop er dette princip, som jeg har fulgt. Således regner Heer de

planteførende tertiærlag i de arktiske egne for miocæne, fordi deres flora ligner Europas miocæne flora, medens jeg derimod følger Gardner og Saporta i at regne dem for ældre. Men Helland går selv alt for vidt i denne retning; thi det mangler ikke meget på, at han anser den omstændighed, at floraen i Dürntens skiferkul ligner den i Cromerlagene som et bevis for, at de ikke kan være samtidige, og det endskjønt i vore dage torvmyrenes flora er næsten ensartet i hele Europa; endog langt nede i Sydtyskland og Schweitz har torvmyrene i vore dage en flora, som er af en rent nordisk karakter. Jeg skal forresten bemærke, at det mindre er af floristiske og faunistiske grunde, at jeg har antaget skovlaget fra Cromer for samtidigt med et af de 7 skovlag ved Dürnten, end fordi vedkommende lag syntes at passe ind i kurven for excentriciteten på samme sted. Når Bartonleret på Wight har samme forsteninger som sandstenen ved Beauchamp i Pariserbækkenet, og man erindrer, at disse to steder ligger meget nær hinanden, så tør man vist trygt anse disse to dannelser for at være samtidige. Hvor de franske lag slutter, kan vi fortsætte i Østerrigs tertiærbækkener. Jeg har fulgt E. Suess, som er en god auctoritet, i den antagelse, at de ældste lag i Wienerbækkenet (lagene ved Molt) er samtidige med de franske Faluns de Bazas; og dermed bliver vi istand til at bygge profilet fra eocæn og oligocæn videre op gennem miocæn og pliocæn. Miocæn synes både i Frankrige og Østerrige at have 5 oscillationer af strandlinien, og det er vel ingen dristig forudsætning, at disse 5 oscillationer svarer til hverandre. Afstanden mellem Frankrige og Østerrige er ikke større end, at vi også her temmelig trygt tør antage, at lighed i forsteninger tyder på samtidighed, såmeget mere som breddegraden omtrent er den samme. Det kombinerede profil er derfor langt fra så upålideligt, som Helland lader til at tro.

Før jeg slutter, vil jeg imidlertid imødegå et par andre indvendinger, som er fremsatte af Woodward (Geol. Mag. 1889). Han beskylder mig endog for uvidenhed, fordi jeg anser septarielag for at tyde på klimatiske vexlinger. Efter Woodward er nemlig alle septarielag dannede ved senere infiltrationer og længe efter vedkommende lags dannelse. Det vil sees af min afhandling om vexellagring, hvor jeg taler om løssets septarielag (Chria. Vid. Selsk. Forh. 1883 n. 9 p. 6), at jeg aldeles ikke er uvidende om, at mange septarielag kan være dannede lang tid efter vedkommende lags dannelse; men at alle septarier er dannede på denne måde, som Woodward mener, turde være svært at bevise, og ialfald er da ikke A. Geikie af den mening. Ser man efter i hans Textbook of Geology (London 1882 pag. 488), læser man: «That the carbonate was slowly precipitated during the formation of the bed of shale in which its nodules lie may often be satisfactorily proved by the lines of deposit passing continuously through the nodules. Such septarian nodules are abundant in many shales.» Beskyldningen for uvidenhed kan jeg således tage med ro. Og dernæst må jeg fastholde, at endog septarielag, som er dannede længe efter de lag, hvori de findes, dog må tydes som beviser for, at lagdannelsen skede under periodisk vexlende forhold. Thi dersom der ikke i de oprindelige lag var uligheder tilstede, så var der ingen grund til, at septarier skulde dannes netop i visse horizonter og ikke i alle. At septarieholdige lag vexler med septariefrie, beviser således en periodisk vexling under lagenes dannelse, selv om septarierne er dannede mange tusinder af år senere end de lag, hvori de findes.

Endelig indvender Woodward, at der «as a matter of fact» ikke, som af mig formodet, er noget hul i lagrækken på Wight mellem Barton- og Headonlagene; og han støtter denne påstand derved, at der ikke er noget «physical



break» på dette sted i lagrækken. Jeg antager, at han hermed mener, at der ikke er afvigende leining. Men dette bevis er i virkeligheden meget svagt. Som bekendt kan lag af meget forskjellig alder ligge aldeles konkordant over hinanden. I Rusland ligger endog lag med nulevende forsteninger konkordant over permiske lag. Og dersom man sammenligner lagene på Wight med dem i Pariserbækkenet, så ser man, at der på Wight ikke findes lag, som kan sammenstilles med ferskvandskalken ved St. Ouen. Denne dannelse har ikke færre end ti vexellagringer af mergel og kiselkalk, og den må have krævet lang tid. Når nu dertil kommer, at der er en meget stor forskjel mellem de marine faunaer i Bartonleret og Middle Headon, så er den antagelse, at der er et hul i lagrækken på Wight på dette sted, meget sandsynlig. Det er såmeget mindre «a matter of fact», at der ikke er noget hul her, som andre engelske geologer (Judd, Keeping og Tawney) netop antager et hul omtrent på dette sted, i det de siger om det marine Headon, at det hviler på en eroderet brak- eller ferskvandsdannelse, og Judd siger endog, at «the break between the Headon and Brockenhurst beds» (d. e. mellem Lower og Middle Headon) «appears to be a complete one» (Quart. Journ. Geol. Soc. XXXVIII p. 476, se også XXXVII 1881 p. 109). Det er aldeles ligegyldigt for min hypothese, om hullet ligger over eller under etagen Lower Headon.

Hermed er de fremsatte indvendinger besvarede\*), og

\*) P. 130 anfører H. til sammenligning endel tidsbestemmelser for de tertiære dannelser af Blaudet. Disse afviger meget betydelig fra mine. Jeg forstår ikke, at dette i nogen henseende kan svække min hypothese. Det er ikke længe siden, at vore almanakker fortalte, at der var gået 5—6000 år siden verdens skabelse. Dette kunde med lige god grund anføres som talende mod mine anskuelser. Blaudets anskuelser skal jo, efter hvad Helland siger, være «mere fantastiske» end mine. Den amerikanske geolog Dana har opskattet tertiærtiden til 3 millioner år, et tal, som svarer ganske til mit.

jeg tror at have vist, at kritiken ikke rammer. . Naturligvis indrømmer jeg fremdeles, at min hypothese behøver yderligere støtte; men de nævnte kritikere har ikke i nogen måde svækket min tro på hypotesens rigtighed og min methodes brugbarhed; og jeg anser den fremdeles for at være en meget sandsynlig og anvendelig «working hypothesis».

---

# Bidrag til tarmkanalens histologi og physiologi hos torsken (*Gadus Morhua*).

(Med 1 Planche).

Af

Jørgen Thesen.

Under prof. G. O. Sars's vejledning har jeg havt den ære som konstitueret konservator ved det zootomiske museum et aars tid at studere fiskenes biologie.

Og ogsaa efter dr. philos. Frithjof Nansens udnævnelse til posten, har jeg ved hans velvilje kunnet fortsætte mine undersøgelser, da han med stor liberalitet har stillet museets laboratorium til min disposition.

Idet jeg her offentliggjør en studie over den finere struktur af torskens tarmkanal, er det mig en kjær pligt i ærbødighed at frembære min tak til min lærer, hr. prof. Sars, for al hans velvilje og imødekommenhed.

De første specialarbejder, jeg har kunnet finde om fiskenes tarmkanal, er af prof. Rathke, der i 30-aarene i en række artikler i «Müllers Archiv» har beskrevet den makroskopiske bygning af fiskenes *digestionstractus*. Som de første arbejder, der omhandler de histologiske forhold maa nævnes prof. Leydigs arbejder i 50-aarene og deromkring om dyrerigets komparative histologie. I disse afhandlinger

meddeles en række detaljoplysninger om de fineste histologiske forhold, uden at han dog — saavidt jeg ved — har leveret nogen sammenhængende beskrivelse af tarmtractus hos nogen fisk.

Som det betydeligste specialarbejde maa prof. Edingers arbejde ansees. (Schulzes Arch. for 1877). Han har udstrakt sine undersøgelser til ikke mindre end 43 arter og ledsager sit arbejde med en række instruktive lithografier. Endelig har Cattaneo i Pavia i de allersidste aar i flere italienske tidsskrifter leveret en række mindre arbejder over dette æmne.

Dertil foreligger der en række oplysninger spredt i forskellige værker og afhandlinger, der væsentlig omhandler andre ting. Særlig af engelske forfattere er der flere yderst omhyggelige monografier over enkelte fiske.

Fremdeles har de mange forskelligartede nervøse endearrater, som findes paa fiskenes hud særlig i sidelinjen, en meget stor litteratur. Og enkelte tror vel ogsaa, at disse skulle formidle en slags smagsopfatning; men egentlige smagsløge i Lowen-Schwalbes betydning har jeg kun fundet omtalt af Winther hos *Gobius* og af Todoro hos flere rokker. Winther har fundet sine «smagsløge» i ejendommelige striber, der findes mest udenpaa hovedet, men ogsaa over hele legemet forresten helt til halen hos *Gobiusniger*. Men om dette er ægte smagsløg, fremgaar ikke med bestemthed, hverken af hans beskrivelser eller af hans tegninger, da han ikke ordentlig differentierer de enkelte væv.

At Todoro derimod i mundslimhinden hos rokker har fundet smagsløge, er utvilsomt. Han mener endog at have kunnet forfølge *nervus hypoglossus's* endegrene lige til dem.

Hvad fisketarmens fysiologi angaar, saa er den væsentlig kun bearbejdet af Krukenberg og af Friedrich Decker. Og begge disse forskere har fundet, at fordøjelseskemismen foregaar paa høist forskjellig maade hos de forskjellige

fiske. Krukenberg vil endog have paavist, at der findes fiske, hvor ventrikelen ikke skulde have noget ferment, der kunde paavirke æggehvidestoffet.

Man ser saaledes, at fiskenes tarmkanal maa ansees som et temmeligt ubearbejdet felt, og et felt, som saa meget mere trænger undersøgelse, som man ved, at forholdene er i høi grad afvigende hos de forskellige fisketyper.

Hvad specielt torsken angaar, saa har den, saavidt jeg ved, aldrig tidligere været gjort til gjenstand for nærmere histologiske studier, vel nærmest fordi den udmærker sig ved saa ualmindelig smaa celleelementer, der i høi grad vanskeliggjør undersøgelsen. Og nedenstaaende lille studie tør maaske derfor have nogen interesse, specielt for os, da jo torsken spiller en saa stor økonomisk rolle, og det derfor er af vigtighed at bringe saa megen klarhed som muligt over dens liv og levseæt.

De metoder, jeg har anvendt til mine undersøgelser, har været dels isolation med eddikesyre, men fornemmelig snitpræparater. Men da fiskenes væv er saa vandholdigt, at det let skrumper sammen, og da tillige cellerne er saa smaa, maa man anvende særlig omhu baade paa fixationen, hærdningen og indlejringen. De bedste resultater har jeg faaet ved at fixere omhyggeligt i Langs sublimatsøvand eller i Kleinbergs pekrinsvovelsyre og saa ikke vaske ud i vand; men hærde ganske langsomt i alkohol, idet jeg begynder med en ganske tynd blanding. Indlejringen maa ske i saa lav temperatur som mulig. Hvad farvningen angaar, har jeg fundet mig bedst tjent med at farve snittene; og jeg har da prøvet alle de almindeligste farvestoffe; men stadig foretrukket hæmatoxylin, tildels i forbindelse med eosin. Snittykkelsen har varieret fra 10—3  $\mu$ .

*Torskens tarmkanal* er meget kort; fra læben til anus er den ikke længere end legemets længde fra snuden til spidsen af halefinnen.

*Mundhulen* er stor og rummelig, medens svælget er temmelig trangt.

*Slimhinden* (fig. 1) i mund og svælg er overalt glat og jevn uden spor af papiller eller ujævnheder. Den er ved et laxt bindevæv fæstet til de underliggende, tværstribede muskler, eller hvor disse ikke findes, til periost. Dette submukøse bindevæv er kjernetomt, men meget stærkt lysbrydende, elastisk og farves saagodtsom ikke af eosin. Den fremherskende fiberretning er paa skraa nedenfra opad. Ovenpaa dette laxe, løse bindevæv kommer en fast bindevævshinde, der farves diffust af eosin, og som paa snit viser en tydelig horizontal stribning. Hist og her uden paaviselig orden ligger talrige bindevævs legemer. I præparaterne ser man væsentlig de store kjerner; om enkelte af disse dog ogsaa tydelig en temmelig stor protoplasmamasse. Overfladen af dette bindevæv er ogsaa glat uden papiller. *Epithelet* er et manglaget, kjerneholdigt pladeepithel. Det basale lag er et temmeligt høit, spidst pyramideformigt cylinderepithel med langagtige kjerner. De derpaa kommende lag er mere eller mindre skarpkantede, og de øverste lag mere afrundede og flade. Ved enkeltfarvning med hæmatoxylin ser man en tydelig kjerne i hver eneste celle. Men ved dobbeltfarvning med eosin farves alle temmelig diffust, og i enkelte, særlig «eosinofile» celler, dækkes da kjernen fuldstændigt.

Spredt omkring paa læben og tungen og enkeltvis ogsaa ellers omkring i mundhulen sidder der smagsløge. De sidder spredt omkring i epithelet og frembringer ikke den mindste niveauforskjel paa overfladen. Deres længde er kortere end dybden af epithelet, og de sidde derfor paa en bindevævstilk (fig. 1). Selve løgen har aldeles samme bygning som de, der af Lowen og Schwalbe er beskrevet hos mennesket og pattedyr. De synes at have en utydelig bindevævsmembran, der skiller dem fra det omliggende

epithel. Thi baade har de paa snit en temmelig skarp begrænsning mod dette, og undertiden kan under præpareringen selve løgen falde ud, og man finder i præparatet et hul, der fuldstændig svarer til dens form. Men at paa vise tydelige fibre eller kjerner i denne membran har ikke været mig mulig.

Det høje basale cylinderepithel slaar sig op paa bindevævsstilken; men gaar ikke op til selve løgen indtil den lægger sig de almindelige kuboide celler af mundepithelet.

Cellekjernerne i selve løgen giver indtryk af ligesom at være ordnede i 3 lag, og omkring disse ser man tydelige protoplasmatiske, mere eller mindre spolfornede celler. Og i enkelte celler vil man i regelen kunne se, at den øverste ende gaar over i en fin traadformig udløber, der kan forfølges helt op til overfladen. Sjældnere er det at kunne forfølge en udløber fra cellens anden ende ned i stilken. Men naar præparatet er godt og snittet tilstrækkeligt tyndt, vil man dog i regelen kunne overbevise sig om, at saa er tilfældet.

I enkelte heldige fald vil man endog kunne forfølge begge udløberne fra samme celle. Med de af mig anvendte præpareringsmetoder lader de fineste nervegrene sig ikke sikkert skille fra bindevævsfibre, og jeg kan derfor intet bestemt udtale om, hvorledes nerverne ender i løgen. Men enkelte af fibrene i stilken viser sig dog ved sit strake, rette forløb tydelig at være nerver. Dog da der ogsaa i stilken er temmelig talrige celler, maa dog rimeligvis dens hovedmasse dannes af bindevæv.

Slimlegemer (se fig. 6) findes ikke paa læben, men fra tungen og bag gennem svælget tiltager de i hyppighed. De sidder dels enkeltvis, dels flere sammen. Disse slimceller («slimlegemer») har de ældre forskere beskrevet og tegnet som om hele cellen kun var en slimklump. Men ved omhyggelig undersøgelse viser det sig at være ægte

bægerceller, og slimklumpen er kun det indre af bægeret. Foden, (stilken) og væggene af bægeret er af protoplasma. Øverst i stilken er der endog en tydelig kjerne. Ikke engang slimklumpen er ved omhyggelig farvning saa homogen og ensartet, som man skulde tro. Ved sur hæmatoxylin farves der i den et helt netværk af fine protoplasmatiske traade.

*Oesofagus* bestaar væsentlig af en fast elastisk bindevævsmembran uden muskelelementer. Ved et maskevæv er det fæstet til omgivelserne. Submukosa er aldeles som i mundhulen.

*Slimhinden* er ogsaa bygget næsten aldeles som i mundhulen og svælget; men den er foldet paa langs i regelmæssige folder, der ikke udslettes fuldstændig ved tøjning af spiserøret. Epithelet er mere eller mindre tydeligt slaget. Og selv det øverste lag er temmelig kuboid. Overalt er der talrige slimlegemer og en del eosinofile celler, der forholder sig aldeles som de fra munden beskrevne.

*Ventrikelvæggen* er en meget stærk tøjelig bindevævsmembran. Under peritoneum er der et temmelig rigt subperitonealt, laxt bindevæv, der er saagodtsom uden kjerner. Fiberretningen i bindevævet er temmelig kompliceret, hver bundt synes at gaa i sin retning. Dog kommer dette sandsynligvis af, at massen af fibre gaar mere eller mindre i spiralture rundt ventrikelen.

Dog kan man ogsaa paavise et lag med tydelige cirkulære og et andet med longitudinelle fibre. Paafaldende er det — som allerede Rathke har gjort opmærksom paa, hvor fåa muskelelementer, der er i torskemaven. Musklerne danner nemlig intetsteds nogle ordentlige tydelige lag; men ligger i mer eller mindre spredte bundter i bindevævet. De indre bundter synes dog at have et mere cirkulært og de ydre et mere longitudenelt forløb. Karudbredningen i



ventrikelvæggen er meget rigelig; karrene træder ind langs kurvaturerne aldeles som hos mammalia og danner et fint netværk i hele væggen. Ogsaa talrige lymfespalter kan paavises i alle snit; men lymfekjertler er der ikke spor af. De er hos fiske hidtil som bekjendt kun paavist i *kardia* hos rokkene. Submukosa er temmelig stærkt og fast, men ikke paa langt nær saa lysbrydende som i mundhulen og spiserøret. Slimhinden (fig. 2) er temmelig tyk og lader sig med lethed afdissikere som en egen hinde. Den dannes af et støtværk af bindevæv, men hovedmassen bestaar af kjertler. Den ligger i dybe regelmæssige folder, der gaar paa langs fra *kardia* til *pylorus* og som ikke udslættes, om ventrikelen fyldes noksaa meget. Dens overfladeepithel (fig. 3) er ejendommeligt. Det er høje cylinderceller, der er bredest i den ende, der vender mod overfladen, og som nedad spidser til og ender i en lang udløber, der gaar over i bindevævet, saaledes at det er umuligt at se, hvor cellen ender, og bindevævet begynder. Isolerer man disse celler med eddikesyre og farver med methylgrønt, vil man undertiden faa dem bare med en liden spids nedad; men naar man er forsigtig, træffer man dem ogsaa med en meget lang udløber. Det sandsynligste er dog vel, at den hele udløber er en bindevævsdannelse, der støtter cellen og muligens et lymføst apparat. Dette er saa meget rimeligere, som man ved, at absorptionen hos mange fiske for en stor del skal foregaa i ventrikelen. Dette spørgsmaal maatte det rimeligvis gaa an at afgjøre, naar man havde undersøgelsesmateriale af fiske, som nylig havde spist; men alle de dyr, jeg har undersøgt, har desværre havt tom mave. Og da viser den hele udløber sig som en fin, tyd fiber, der ikke afviger det mindste fra de andre bindevævsfibre, der danner et temmeligt tykt lag af kjernerigt, lymfoid bindevæv mellem epithel- og kjertellaget (fig. 2 og 4).

Disse udløbere er allerede paavist af Edinger, uden at han dog har gjort dem til gjenstand for nærmere beskrivelse. Han har kun paavist dem paa isolerede celler. Kjærnerne i disse epithel ligger i tydelige rækker noget nedenfor midten af cellerne. De er noget langagtige og synes selv ved de stærkeste forstørrelser at være temmelig homogene i sin struktur. Protoplasmaet omkring dem og ned mod basis farves noget mørkere end i den øverste del af cellen, der synes at være «aaben» membranløs mod overfladen. Mellem dem indbyrdes er ogsaa grænsen uhyre svag.

Epithelet trænger paa en uendelighed af steder i dybden og danner udførselsgange for de underliggende kjertler. Disse udførselsgange (fig. 2) er ganske korte og opad noget traktformigt udvidede; paa tværsnit har de (fig. 4) et rundt temmeligt stort lumen. Epithelerne er her tydelig forskjellig fra overflade epithelet.

Det er ikke tilspidset mod basis og har ingen udløber, og dets protoplasma farves mest i de perifere partier. Disse runde udførselsgange, der er fælles for indtil 10 à 20 kjertler, har jeg ikke fundet tydelig beskrevet hos nogen tidligere forfatter. Edinger giver en tegning, der i høj grad ligner min (fig. 2), men da han ikke har gjort tværsnit, har han opfattet dem som langagtige stribeformige fordybninger.

Selve kjertlerne er, som vel alle mavekjertler, rent tubuløse. De har yderst vage konturer og farves saa ubestemt, at det er meget vanskeligt at undersøge de finere detaljer i dem. Paa tværsnit (fig. 5) viser det sig, at der findes en ganske fin bindevævsmembran mellem hver enkelt kjertel og et noget mægtigere bindevæv mellem de kjertelbundter, der hører til de forskellige udførselsgange. Haidenhein har selv undersøgt cellerne fra flere fiskes ventrikelkjertler, men uden at han har kunnet paavise de forskellige celleformer, som han har opdaget i mavekjert-

lerne hos *mammalia* og *aves*. Og ogsaa i mine præparater viser alle kjertelcellerne sig aldeles ens. De er store, klare med meget utydelig begrænsning. De udfylder saa fuldstændig hele kjertelen, at man kun her og der ser antydning til noget lumen. Kjernerne er temmelig store og ligger nær basis.

*Tarmvæggen* dannes som ventrikelen af en fast elastisk bindevævsmembran og udmærker sig ogsaa ved sine sparsomme muskelelementer. Fiberretningen saavel i muskelbundterne som i bindevævet, synes at være dels cirkulært, dels longitudenelt.

*Submukosa* er aldeles som i ventrikelen. Ogsaa her er *slimhinden* regelmæssigt foldet efter sin længde. Enkelte folder gaar lige fra *pylorus* til *anus*.

*Overfladeepithelet* (fig. 6) ligner meget ventrikelepithelet; det er ogsaa tilspidset mod basis, men det er aldrig lykkes mig her at paaavise nogen tydelig udløber. Det er heller ikke paa langt nær saa fast heftet til underlaget som i ventrikelen; thi hvis fixeringen eller hærdningen ikke har været nøiagtig, løser det sig strax fra. Det tager ogsaa farven en smule anderledes end i ventrikelen. Idet der er et lag af protoplasmaet nær overfladen, der farves intenst. Overalt imellem disse cylinderepithel sidder der talrige bægerceller, der er aldeles som de fra svælget og spiserøret beskrevne. Epithelet danner indkrængninger og kjertler, der af form og størrelse ligner mavekjertlerne; men som i sin struktur afviger betydelig fra disse. Overfladeepithelet med sine cylinder- og bægerceller gaar uforandret temmelig langt ned i disses udførselsgange, hvori der ikke udmunder mere end 2—3 kjertler. Disse kjertler er opfyldt af store slimceller, hvorimellem der ligger fuldt op af smaa kuboide celler med tydelige kjerner og et let tingerbart protoplasma.

*Ægte kjertler*, saaledes som disse vel maa ansees at være, synes at have en meget indskrænket forekomst i

fisketarmen. Leydig har aldrig fundet andet end nogle krypter lig dem, der skal beskrives fra *appendices pyloricæ* og som han anser for et phylogenetisk forstadium for de Lieberkühnske kjertler. Og Edinger omtaler dem heller ikke.

*Appendices pyloricæ* dannes af en tyk fast bindevævs-membran med udtalt koncentrisk fiberretning og en fin tynd slimhinde, der er foldet, saaledes at overfladen danner krypter som dem, der er tegnet (fig. 7). Bindevæven her er af lignende struktur som det subepitheliale væv i ventrikelen, kun endnu mere kjærnerigt. Overfladen dækkes af et uhyre fint flimmerepithel, der kun sidder ganske løst fæstet til underlaget, og som næsten bestandig ved præpareringen løser sig fra dette.

Til slutning en fysiologisk bemærkning. En kunstig mavesaft fremstillet af torskeventrikelen opløses i svag sur opløsning raa æghvide, medens den har liden indvirkning paa f. ex. kogt hønseæghvide. Den saaledes dannede opløsning er opaliserende men klar og temmelig let filtrerbar. Men den giver ikke biuretreaktionen som pepton; farves kun fiolet som anden æghvide, og først, hvis jeg tilsætter en smule af et pepsinpræparat, faar jeg den karakteristiske røde farve. Det synes altsaa, som om det ferment, der findes i torskemaven, maa være en smule forskjelligt fra det almindelige pepsin. Men til nærmere at studere dette har jeg desto værre ikke havt de nødvendige kemiske forkundskaber.

Hvis man først vasker tarmen dygtig ren, har den tarmsaft, man kan fremstille af den, saa liden og usikker virkning, at jeg er tilbøjelig til at tro, at den kun kommer af den tilsatte syre og en minimal mængde mavesaft, der dog maatte være blevet igjen.

*Appendices* synes her som vel hos de fleste fiske ikke at have noget med fermentationen at gjøre\*).

---

\*) Indleveret til redaktøren februar 1890.

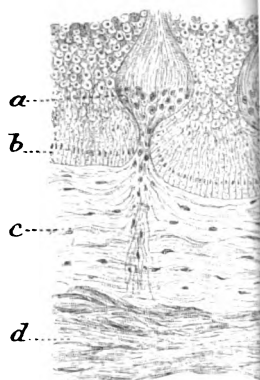
### Forklaring til planchen.

- Fig. 1. Slimhinden fra læben med smagsløge.  $\frac{1}{400}$ .  
 « 2. Slimhinden fra ventrikelen med kjertler.  $\frac{1}{400}$ .  
 « 3. Overfladeepithelet, ventrikelen med udløber.  $\frac{1}{1200}$ .  
 « 4. Udførselsgange for mavekjertlerne. Tværsnit.  $\frac{1}{1200}$ .  
 « 5. Mavekjertler. Tværsnit.  $\frac{1}{1200}$ .  
 « 6. Slimhinden i tarmen med tarmkjertler.  $\frac{1}{400}$ .  
 « 7. Slimhinden i appendices.

### Literaturfortegnelse.

- H. Rathke: Zur Anatomie der Fische. Müllers Archiv. 1837.  
 S. Müller: «Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden». Abhandlungen der Berlineracademie der Wissenschaft. 1840.  
 — Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Ibidem. 1843.  
 Leydig: Beiträge zur mikr. Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rocken und Haien. Leipzig. 1852.  
 — Histologische Bemerkungen über *Polyperus bichir*. Zeitschr.wisz. Zoologie. V. B.  
 — Histologische Bemerkungen über *Cobitis fossilis*. Müllers Arch. 1853.  
 — Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin. 1853.  
 — Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Ibidem. 1854.  
 — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.  
 Langerhans: Untersuchungen über *Peteromyzon Planeri*. Freiburg. 1873.  
 Melnikow: Über die Verbreitungsweise der Gefäße in den Häuten des Darmkanals von *Lota vulgaris*. Archiv für Anat. und Physiologie. 1866.  
 Owen: Description of *Lepisoderin annectens* in Transactions. Linnéan society. Volum XVIII.  
 Hyrtl: *Lepisoderin paradoxa*. Prag. 1845.  
 Cuvier et Valenciennes: Histoire naturelle de poissons. Paris. 1828—49.  
 I. E. Schulze: Epithel und Drüsenzellen. Arch. mikr. Anatomie. III. Bd.  
 Kölliker: Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verh. d. physical. med. Gesellschaft zu Würzburg. VIII. Bd.  
 Cattanea: Sull. esis. tenga delle glandule gastriche nell *Aeipenser sturio* nella Tinca vulg. Rend. Instit. Lomb. Volum XIX. 1886.

Fig. 1.



$\frac{400}{1}$

Fig. 2.



$\frac{300}{1}$

a.

b.



G. Winther: Udvendige smagsløge hos *Gobius niger*. Naturhist. tidsskr. 1874.

Todaro: Die Geschmacksorgane der Rochen. Med. Central. 1872.

— Gli organi del gastro e la muesa bocca bronchiali di Selaci. Ricerche. fatte nel lab anat. norm della universitata di Roma 1873.

Krükenberg: Versuche zur vergleichenden Physiologie der Verdauung mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse bei den Fischen. Untersuchungen aus d. physid. Instit. de Unw. Heidelberg. Bd. I.

Decker: Zur Physiologie des Fischdarmes. Festschrift für Albert von Kölliker. 1887.





# Über die Convergenz der Annäherungen in der Gyldénschen Störungstheorie.

Von

Dr K. G. Olsson.

Eine absolute Bahn eines Planeten ist nach Herrn Prof. Gylden die, wo die Relationen zwischen den Coordinaten und der Zeit durch trigonometrische Reihen mit absolut convergirenden Coefficienten ausgedrückt sind. Dass dieser Bedingung mit Hülfe der Annäherungsmethoden, wodurch man die Coefficienten der trigonometrischen Reihen in der Gyldénschen Störungstheorie bildet, nicht genügt wird, sondern dass man immer zu absolut divergirenden Reihen gelangen muss, will ich im Folgenden zeigen, und ich werde dabei im Hauptsächlichsten der Darstellung folgen, welche Dr. M. Brendel in seiner Abhandlung: «Om användningen af den absoluta störingsteorier på en grupp af småplaneterna» (Iakttagelser och undersökningar å Stockholms Observatorium 1889) giebt, und werde die analogen Stellen in der Abhandlung von Dr. P. Harzer: «Untersuchungen über einen speciellen Fall des Problems der drei Körper» (Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences de St Pétersbourg, VIIe série, Tome XXXIV, No. 12) anzeigen.

Geht man von veränderlichen Ellipsen aus, wo die Excentricität ( $\eta$ ), die Perihellänge ( $\pi$ ), die Neigung und die Knotenlänge durch trigonometrische Reihen ausgedrückt sind, in deren Glieder die Zeit nur mit kleinen Factoren von der Ordnung der störenden Masse multiplicirt eingeht, so hat Laplace gezeigt, dass die Zeit ausser den Sinus und Cosinus in den Störungsausdrücken nicht mehr vorkommt, dass die Letzteren also von rein trigonometrischer Form sind. In Übereinstimmung hiermit stellt Herr Gyldén für den Radius vector in der absoluten Bahn folgende Form auf:

$$(1) \quad (r) = \frac{a(1 - \eta^2)}{1 + \eta \cos(v - \pi)}$$

wo  $v$  die Länge des Planeten, in der Bahnebene gerechnet, bedeutet und:

$$(2) \quad \begin{aligned} \eta \cos \pi &= x \cos(\zeta v + \Gamma) + \kappa_1 \cos(\sigma_1 v + b_1) + \\ &\quad + \kappa_2 \cos(\sigma_2 v + b_2) + \dots \\ \eta \sin \pi &= x \sin(\zeta v + \Gamma) - \kappa_1 \sin(\sigma_1 v + b_1) - \\ &\quad - \kappa_2 \sin(\sigma_2 v + b_2) - \dots \end{aligned}$$

$x, \Gamma$  sind Integrationsconstanten, die  $\sigma$  kleine Factoren oben genannter Art und die  $b$  Constanten. Statt der Zeit geht in diese Formeln die Länge ( $v$ ) des Planeten ein, analog der Anwendung dieser Grösse statt der Zeit als unabhängige Variabele in den Differentialgleichungen der Gyldénschen Theorie.

Die Störungen des Radius vector werden durch die vollständige Formel:

$$(3) \quad r = \frac{a(1 - \eta^2)}{1 + \eta \cos(v - \pi) + R}$$

berücksichtigt.  $R$  enthält folglich alle Glieder, welche nicht von der elementären Form  $B$ ), d. h. von der Form  $(v - \pi)$ , sind.

Ferner wird die Relation zwischen der Zeit und der wahren Länge in folgender Form dargestellt:

$$(4) \quad n \frac{dt}{dv} = n \left( \frac{d\zeta}{dv} + \frac{dT}{dv} \right)$$

wo  $\zeta$  die «reducirte Zeit» ist, für welche die Relation

$$(r) \quad \frac{dv}{d\zeta} = \sqrt{\mu_1 a (1 - \eta^2)}$$

gilt, und  $nT$  die «Zeitreduction», für welche folgende Relation erhalten wird:

$$(5) \quad \frac{d(nT)}{dv} = - \int Q dv - 2R + \dots$$

$Q$  enthält die partielle Derivirte der Störungsfunction nach  $v$  und wird in folgender Weise defnirt:

$$(6) \quad Q = \frac{r^2}{a(1 - \eta^2)} \cdot \frac{\delta \Omega}{\delta v}$$

Mit Hülfe der Relation (4) und der Entsprechenden für den störenden Planeten lässt sich die Länge ( $v'$ ) des Letzteren als Function der Länge ( $v$ ) des gestörten Planeten ausdrücken. Wird diese Vertauschung von  $v'$  in  $v$  ausgeführt, so erhält man, wenn die dem störenden Planeten zugehörigen Quantitäten mit einem Strich bezeichnet werden, für die Störungsfunction und ihre partiellen Derivirten Reihen, deren allgemeines Glied das Folgende ist\*):

$$(7) \quad A \cdot \eta^p \cdot \eta'^q \cdot \frac{\cos}{\sin} \left\{ i v - j \mu v + \Sigma \cdot v + k \pi + l \pi' - j \mu n T - j B \right\}$$

wenn nur solche Glieder in Betracht genommen werden, welche von der Neigung unabhängig sind.

Zuletzt wird  $R$  durch die Differentialgleichung bestimmt:

$$(8) \quad \frac{d^2 R}{dv^2} + R = 2a_1 \cdot \eta^p \cdot \eta'^q \cdot \cos \left\{ i v - j \mu v + \Sigma_1 \cdot v + k \pi + l \pi' - j \mu n T - j B \right\}$$

---

\*) Vergl. die oben citirte Abhandlung von Brendel Seite 11 und 12.

wo rechts der Einfachheit halber nur ein Glied mitgenommen ist. Die Integration dieser Gleichung wird in der Gyldénschen Theorie in partieller Weise ausgeführt.\*) Man bekommt folglich:

$$(9) \quad R = -a_1 \cdot \frac{\eta^p \cdot \eta'^q}{i-1-j\mu+\Sigma_1} \cdot \cos(iv - j\mu v + \Sigma_1 \cdot v + k\pi + l\pi' - j\mu nT - jB)$$

mit den Zusatzgliedern:

$$(10) \quad + j\mu \cdot \frac{a_1 \eta^p \eta'^q}{i-1-j\mu+\Sigma_1} \left\{ \cos v \int \sin [(i-1)v - j\mu v + \Sigma_1 v + k\pi + l\pi' - j\mu nT - jB] \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv + \right. \\ \left. + \sin v \int \cos [(i-1)v - j\mu v + \Sigma_1 v + k\pi + l\pi' - j\mu nT - jB] \cdot \frac{d(nT)}{dv} \cdot dv \right\}$$

wenn man sich auf die Glieder beschränkt, welche den Divisor  $(i-1-j\mu+\Sigma_1)$  bekommen. Mit Hülfe des Gliedes (10) und eines beliebigen Gliedes in der partiellen Derivirte der Störungsfunktion nach  $v$ , nämlich:

$$(11) \quad Q = a_2 \cdot \eta^{p'} \cdot \eta'^{q'} \cdot R \cdot \sin(i'v - j'\mu v + \Sigma_2 \cdot v + k'\pi + l'\pi' - j'\mu nT - j'B)$$

werde ich den folgenden Beweis durchführen.

Ich gehe von einem langperiodisch elementären Gliede

[d. h. von der Form  $a \cdot \frac{\cos(\sigma v - \beta)}{\sin(\sigma v - \beta)}$ ] in  $\frac{d(nT)}{dv}$  aus:

$$(12) \quad \frac{d(nT)_1}{dv} = a_0 \cdot \cos(\Sigma \cdot v + \beta)$$

wo

$$(13) \quad \Sigma = m\sigma \pm n\sigma_1 \pm r\sigma_2 \pm \dots$$

\*) Siehe die oben citirte Abb. von Brendel: die Formeln (26); (35), (36); (57) und (58); ferner die Abb. von Harzer § 21: Formel (1) und folg.

und  $m, n, r$ , u. s. w. ganze, positive Zahlen bedeuten. Ich setze zunächst diesen Ausdruck in (10) ein und bekomme alsdann, dem partiellen Integrationsverfahren gemäss:

$$(14) \quad R_1 = - \frac{a_0 a_1 \cdot j\mu \cdot \eta^p \cdot \eta'^q \cdot \cos [iv - j\mu v + (\Sigma_1 + \Sigma) v + k\pi + l\pi' + \beta - j\mu nT - jB]}{2(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1+\Sigma)} \\ - \frac{a_0 a_1 \cdot j\mu \cdot \eta^p \cdot \eta'^q \cdot \cos [iv - j\mu v + (\Sigma_1 - \Sigma) v + k\pi + l\pi' - \beta - j\mu nT - jB]}{2(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1-\Sigma)}$$

Hier, ebenso wie im Folgenden, nehme ich nur die Gruppe von Gliedern in Betracht, welche die Divisoren  $i-1-j\mu+\dots$  bekommen. Diese Glieder  $R_1$  geben in  $Q$  die Entsprechenden:

$$(15) \quad Q_1 = \frac{a_0 a_1 a_2 \cdot j\mu \cdot \eta^{p+p'} \cdot \eta'^{q+q'} \cdot \sin [(i-i')v - (j-j')\mu v + (\Sigma_1 + \Sigma - \Sigma_2)v + (k-k')\pi + (l-l')\pi' + \beta - (j-j')\mu nT - (j-j')B]}{4(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1+\Sigma)} \\ + \frac{a_0 a_1 a_2 \cdot j\mu \cdot \eta^{p+p'} \cdot \eta'^{q+q'} \cdot \sin [(i-i')v - (j-j')\mu v + (\Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2)v + (k-k')\pi + (l-l')\pi' - \beta - (j-j')\mu nT - (j-j')B]}{4(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1-\Sigma)}$$

welche, der Gleichung (5) gemäss, nach ausgeführter Integration zu dem neuen Gliede führen:

$$(16) \quad \frac{d(nT)_2}{dv} = \frac{a_0 a_1 a_2 \cdot j\mu \cdot \eta^{p+p'} \cdot \eta'^{q+q'} \cdot \cos [(i-i')v - (j-j')\mu v + (\Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2)v + (k-k')\pi + (l-l')\pi' + \beta - (j-j')\mu + \Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2]}{4(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1+\Sigma)(i-i'-j-j')\mu + \Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2} \\ - (j-j')\mu nT - (j-j')B] \\ + \frac{a_0 a_1 a_2 \cdot j\mu \cdot \eta^{p+p'} \cdot \eta'^{q+q'} \cdot \cos [(i-i')v - (j-j')\mu v + (\Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2)v + (k-k')\pi + (l-l')\pi' - \beta - (j-j')\mu + \Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2]}{4(i-1-j\mu+\Sigma_1)(i-1-j\mu+\Sigma_1-\Sigma)(i-i'-j-j')\mu + \Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2} \\ - (j-j')\mu nT - (j-j')B]$$

Hier sind nur die Glieder mitgenommen, welche einen Factor  $i - i' - (j - j')\mu + \dots$  im Nenner enthalten. Mit diesem Ausdrücke führe ich dann dieselben Rechnungsoperationen aus und bekomme zunächst:

$$(17) \quad R_2 = - \frac{a_0 a_1^2 a_2 \cdot (j\mu)^2 \cdot \eta^{2p+p'} \cdot \eta^{2q+q'} \cdot \cos[i'v - j'\mu v + (\Sigma_2 - \Sigma)v + k'\pi + l'\pi' - \beta - j'\mu nT - j'B]}{8(i-1-j\mu + \Sigma_1)^2(i-1-j\mu + \Sigma_1 + \Sigma)(i-i' - (j-j')\mu + \Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2)(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 - \Sigma)} \\ - \frac{a_0 a_1^2 a_2 \cdot (j\mu)^2 \cdot \eta^{2p+p'} \cdot \eta^{2q+q'} \cdot \cos[i'v - j'\mu v + (\Sigma_2 + \Sigma)v + k'\pi + l'\pi' + \beta - j'\mu nT - j'B]}{8(i-1-j\mu + \Sigma_1)^2(i-1-j\mu + \Sigma_1 - \Sigma)(i-i' - (j-j')\mu + \Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2)(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 + \Sigma)}$$

ferner mit Hülfe des Ausdruckes (11):

$$(18) \quad Q_2 = -a_0 \cdot \frac{a_1^2 \cdot a_2^2 \cdot (j\mu)^2 \cdot \eta^{2(p+p')} \cdot \eta^{2(q+q')}}{16(i-1-j\mu + \Sigma_1)^2} \cdot \left\{ \frac{1}{(i-1-j\mu + \Sigma_1 + \Sigma)(i-i' - (j-j')\mu + \Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2)} \cdot \frac{1}{(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 - \Sigma)} - \frac{1}{(i-1-j\mu + \Sigma_1 - \Sigma)} \cdot \frac{1}{(i-i' - (j-j')\mu + \Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2)(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 + \Sigma)} \right\} \cdot \sin(\Sigma \cdot v + \beta)$$

$$= a_0 \cdot \Sigma \cdot b \cdot \sin(\Sigma v + \beta)$$

und endlich:

$$(19) \quad \frac{d(nT)_2}{dv} = a_0 \cdot b \cdot \cos(\Sigma v + \beta)$$

indem gesetzt wird:

$$(20) \quad b = \frac{a_1^2 a_2^2 \cdot (j\mu)^2 \cdot \eta^{2(p+p')} \cdot \eta^{2(q+q')}}{16 \cdot \Sigma \cdot (i-1-j\mu + \Sigma_1)^2} \left\{ \frac{1}{(i-1-j\mu + \Sigma_1 - \Sigma)} \cdot \frac{1}{(i-i' - j\mu + j'\mu + \Sigma_1 - \Sigma - \Sigma_2)(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 + \Sigma)} - \frac{1}{(i-1-j\mu + \Sigma_1 + \Sigma)(i-i' - j\mu + j'\mu + \Sigma + \Sigma_1 - \Sigma_2)} \cdot \frac{1}{(i'-1-j'\mu + \Sigma_2 - \Sigma)} \right\}$$

Fängt man mit dem Gliede (19) statt mit (12) an, so gelangt man zu einem Gliede :

$$(21) \quad a_0 \cdot b^2 \cdot \cos(\Sigma v + \beta)$$

u. s. w. Es geht also hervor, dass in  $nT$  die Reihe erhalten wird:

$$(22) \quad nT = \frac{a_0}{\Sigma} (1 + b + b^2 + b^3 + \dots) \cdot \sin(\Sigma v + \beta)$$

$b$  ist von dem Factor  $a_0$  unabhängig, enthält aber in den Nennern Factoren, worin  $\Sigma$  vorkommt.

Da nun  $\Sigma$  eine Combination irrationaler Grössen von der Form (13) ist, so lässt sich ein Jeder von den Factoren in den Nennern des Ausdruckes innerhalb Klammer unter jede beliebige, im voraus aufgestellte Grösse bringen. Man kann also immer ein solches Glied (12) und ne solche Combination von  $\sigma$  wählen, dass  $b > 1$  wird. Die Reihe, welche für  $nT$  erhalten ist, muss also immer absolut divergent sein.

Die Summe der Zahlen  $m, n, r$ , u.s.w. muss immer gerade sein; dieses übt aber auf den vorigen Schluss keine Veränderung aus, denn, wenn wir zum Beispiel  $\Sigma$  durch  $2\Sigma'$  ersetzen,  $m$  durch  $2m$  u.s.w., nehmen die Factoren in den Nennern des Ausdruckes (20) die Form

$$\frac{1}{2}(i - 1 - j\mu + \Sigma_1) - m'\sigma \pm n'\sigma_1 \pm r'\sigma_2 \pm \dots$$

u.s.w. und hier sind die  $m', n', r'$  keiner Beschränkung unterworfen.

Zuletzt mache ich die Bemerkung, dass die obigen Auseinandersetzungen sich auf die Gleichung für den Radius vector leicht ausdehnen lassen.

Die Reihe (22) in  $nT$  lässt sich freilich durch eine endliche Grösse ausdrücken, indem die Reihe  $(1 + b + b^2 + \dots)$  durch den Factor  $\frac{1}{1-b}$  ersetzt wird, gleichgültig, ob sie convergirt oder divergirt; aber abgesehen davon, dass die

Coefficienten durch den Factor  $\frac{1}{1-b}$  ganz entstellt werden können, überzeugt man sich leicht, dass auch solche Reihen hervorkommen, welche aus denselben Gründen wie oben divergiren und nicht formel summirbar sind.

• Nyköping, März 1890.

---



## Garnierit (Nikkelgymnit) fra Foldalen.

Af

Chr. A. Münster,  
amanuensis ved universitetets metallurgiske laboratorium

Det har længe været kjendt, at olivin, serpentin, talk og beslægtede mineraler af talk-serpentergruppen kan holde nikkeloxydul isomorft erstattende magnesia eller jernoxydul. Stromeyer var den første, der paaviste dette for norske mineralers vedkommende\*). Han analyserte flere serpentiner og kleberstene fra Røroskanten og fandt mellem 0,22 og 0,45 % NiO. De enkelte bestemmelser hidsættes her:

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Vakker grøn, ædel serpentin fra Røros | 0,45 % NiO |
| Do. Sundal                            | 0,304 —    |
| Almindelig smudsig gul Røros          | 0,32 —     |
| Do. Sachsen                           | 0,22 —     |
| Vakker, grønlig Talk Røros            | 0,40 —     |
| Klebersten Sell                       | 0,43 —     |
| Do. fra Lademoen ved Throndhjem       | 0,23 —     |

\*) August Stromeyer: «Nikkeloxyd i Serpentin og Talk», Nyt Mag. f. Naturv. XI, pag. 87. Stromeyer taler hele tiden om nikkeloxyd — skal naturligvis være nikkeloxydul.

Senere har Stromeyer paavist nikkel i basalt fra Giesen (0,37 % NiO), i olivin fra Kosakow i Bøhmen (0,33 %), i krysolith fra Ægypten (0,32 %) o.s.v. Helmhacker har paavist lignende gehalter i olivin fra Nordkarolina og Kalefornien, Gent i olivin fra lavaen ved Hekla, Lappe i olivin fra Ameralikfjord paa Grønland o. s. v. — Det synes overhovedet at være et almindeligt faktum, at den allermeste olivin — og deraf opstaaet serpentin — holder lidt nikkeloxydul (op til  $\frac{1}{2}$  %) bundet til kiselsyre, saaledes at nikkelet ikke kan ekstraheres, uden at mineralet selv dekomponeres (opsluttes).

Nu kjender man fra en række findesteder af saadanne nikkelførende oliviner og serpentin dekompositionsmineraller, hvori nikkelmængden har koncentreret sig. Disse mineraler, der kun findes nær overfladen og paa sprækker i bergarten, er gjerne grøntfarvede silikater af magnesia og nikkeloxydul med op til 30 % NiO. Undertiden finder man nogle procent FeO, CaO ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Man har givet nikkelsilikaterne forskellige navne — Garnierit, Numæit, Nikkelgymnit, (Genthit, Alizit, Røttisit, Pimelit o. s. v.). Med Garnierit eller Numæit betegner man gjerne silikater med 15—20 % NiO, med nikkelgymnit saadanne med et par til 10 % NiO. Paa Nykaledonien opdagedes 1863 betydelige leier af garnierit, hvorfra nu siden slutten af 70-aarene hovedmassen af verdens nikkelproduktion skriver sig. Fra Oregon kjendes ogsaa betydelige leier; men ellers er de to nævnte steder de eneste, hvor man har fundet masser, som det har lønnet sig at afbygge — andetstedsfra kjendes nikkelsilikaterne væsentlig som tynde overdrag paa klebersten og kromjernsten. Sammensætningen varierer temmelig betydelig, men holder sig i det store og hele indenfor disse grænser: 40—50 %  $\text{SiO}_2$ , 30—35 %  $\text{MgO} + \text{NiO}$  og 5—20 %  $\text{H}_2\text{O}$ .

De smukke analogier, man overalt har kunnet paavise mellem kromjernsten — oliven og serpentin og garnierit-mineraler — NiO-holdig oliven og serpentin har begrundet en vis forventning om at finde garnierit i Røros serpentinfelt. Stromeyer søgte forgjæves; først julen 1889 blev Mineralet fundet af Geschworne P. Mortensen. Det såd som tyndt —  $\frac{1}{2}$  til 2 mm. tykt — overdrag paa klebersten, i dagslette paa grøn hammer, øst for Einuna, nær veien, 2—3 kilometer fra broen ved Fola (Foldalen). Ved at underkaste mineralet en kvantitativ analyse, fandtes det at være en nikkelgymnit med  $5\frac{1}{2}$  % NiO. Den fuldstændige sammensætning er:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub> . . . . .  | 44,55 |
| MgO . . . . .               | 21,03 |
| NiO . . . . .               | 5,45  |
| H <sub>2</sub> O . . . . .  | 18,71 |
| FeO <sup>1)</sup> . . . . . | 9,87  |
| Sum                         | 99,61 |

Kleberstenen holdt efter at være behandlet med eddikesyre 0,33 % NiO, 15,67 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> og gav 27,50 % glødnings-tab. Resten SiO<sub>2</sub> og MgO. Professor Vogt har undersøgt bergarten mikroskopisk og kommet til følgende resultat: «Bergarten fører en hel del karbonatSPATH i vel begrænsede, rhomboedrisk udviklede individer uden tvillingstribning (o: magnesit eller dolomitspath — ikke kalkspath). Grundmassen, med enkelte større skjæl af talk, bestod af et fint netværk af talkblade med enkelte fine aggregater af klorit eller serpentin. Magnetit og jernglans som accessoriske bestanddele. Olivin kunde ikke paavises.» — Det fremgaar heraf, at bergarten er en klebersten. — Kobolt fandtes hverken i mineralet eller sidestenen, og efterat pulvrene var behandlet med eddikesyre, kunde heller ikke kalk paa-

<sup>1)</sup> Noget af jernet findes som Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (jernglans) og som Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetit). Det samme gjælder kleberstenen.

vises. Det maa tilføies, at det var umulig at faa nikkelgymniten fri for sidesten, og at kun 0,6 gram stod til raadighed, saaledes at man af den meddelte analyse ikke tør drage nogen slutning med hensyn til det støkiometriske forhold. Dog — saameget tør være bevist, at mineralet er en nikkelgymnit opstaaet ved et slags udludning af sidestenen («lateral sekretion»), hvad man tør slutte dels af dets drypstenslignende former og dels af den manglende koboltgehalt.<sup>1)</sup> Havde mineralet været et slags forvittrings- eller dekompositionsprodukt af arsennikkelminerale, maatte man ikke alene finde kobolt, men ogsaa arsenater. F. W. Clarke har i *Americ. Journ. Sc.* 1888. 35, pag. 483—488 meddelt et par analyser af garnieritlignende minerale fra Oregon. S sammensætningen veksler noget inden de før angivne grænser; nikkelgehalten er fra 23—30 % NiO. Sidestenen, der efter J. S. Dillers undersøgelse var en peridotit bestaaende af olivin og enstatit med accessorisk magnetit og kromit, holdt 0,10 % NiO. Olivinen holdt 0,26 % NiO. Forfatteren drar heraf den slutning, at olivinen er kilden til de vandholdige magnesia-nikkelsilikater. Den samme mening har tidligere været fremholdt af Des Cloizeaux og Biddle.<sup>2)</sup>

At den her paaviste garnieritforekomst er uden praktisk betydning, tør være overflødigt at bemærke — overdraget er for tyndt og udstrækningen ikke betydelig; men der gives nok mulighed for, at man kan finde større udsondringer, hvis man tør slutte analogt fra lignende forekomster.

---

<sup>1)</sup> En koboltgehalt mindre end 0,01 % kan godt have været tilstede, uden at den kunde paavises i 0,6 gram. F. Sandberger har ogsaa virkelig paavist minimale mængder kobolt i nikkelsilikaterne og Geheimrath Wöhler fandt i en olivin 0,307 % NiO og 0,008 % CoO.

<sup>2)</sup> *Mineral Resources of the U. S.*, 1886.

## Meddelelser fra Det matematiske seminar i Kristiania. III.

I 2det semester 1888 holdt seminaret 12 ordinære og 1 ekstraordinært møde. Det ekstraordinære møde, semestrets første, blev foranlediget ved et ønske af prof. Lie om under sit daværende ophold i Kristiania at overvære et møde i seminaret. Foredragenes antal var 29 og antallet af foredragere 8. Af foredragene behandlede 11 forskjellige dele af algebraen, 6 antalsgeometri, 5 taltheori, 3 sandsynlighedsregning, 2 funktionslære, 1 variationsregning og 1 geometri. Deltagernes antal, der vexlede mellem 7 og 20, var gennemsnitlig 12.

I 1ste semester 1889 forsøgte man at gennemføre den regel, at der hver mødeaften holdtes to foredrag, af hvilke det ene behandlede lettere, for begyndere afpassede emner, medens det andet mere var beregnet på viderekomne. Ligeledes gjorde man et forsøg med den andenstedsfra bekjendte fremgangsmåde at fordele de forskjellige kapitler af en teori på flere foredragere, idet man hertil valgte de elliptiske funktioner og lagde Durèges lærebog til grund.

Der blev i dette semester holdt 12 møder med 22 foredrag af 9 foredragsholdere. Af foredragene behandlede 10 elliptiske funktioner, 7 Weierstrass's teori for den elemen-

tære arithmetik, 2 mathematisk fysik, 1 ubestemte ligninger, 1 elementær geometri og endelig 1 Riemanns liv og virksomhed.

Deltagernes antal var såvel for de elementære som for de andre foredrags vedkommende gennemsnitlig 8 à 9.

Seminarets bestyrelse består for tiden af dr. E. Holst som formand, cand. real. Olaf Berg som viceformand og cand. real. Palmstrøm som sekretær.

I nedenstående fortegnelse over seminarets møder er de originale meddelelser merket med en stjerne.

#### 2det semester 1888.

8de septbr. Uendelige produkters konvergens (efter Weierstrass: «Ueber die analytischen faculteten.» Crelles Journal, Band 51), (stud. real. A. Alexander).

\* En antalsgeometrisk Methode. I (stud. real. K. Birkeland).

\* Thue refererte det vigtigste af sin afhandling: To theoremer vedrørende en klasse brakistokrone kurver (Christiania Videnskabselskabs Forhandlinger 1888 No. 9).

15de septbr. Liouville's afhandling: «Mémoire sur quelques propositions générales de Géométrie et sur la théorie de l'élimination dans les équations algébriques.» Liouville's Journal, Tome VI (stud. real. G. Holtsmark).

Ligningers numeriske løsning, IV (fortsat fra forrige semester, stud. real. A. Palmstrøm).

22de septbr. Liouville's afhandling, II.

Ligningers numeriske løsning, V. Cauchy's sats om antallet af rødder indenfor en sluttet kontur.

\* Birkeland gav et meget simpelt bevis for Cauchy's sats.

29de septbr. Liouville's afhandling, III.

Ligningers numeriske løsning, VI. Anvendelse af Sturms sætning på imaginære rødder. Røddernes udskillelse ved hjælp af Sturms sætning.

6te oktbr. Ligningers numeriske løsning, VII. Fouriers methode til at udskille en lignings rødder.

Om kongruenser (efter Wertheim: «Elemente der Zahlentheorie»)

I. Kongruente tal, (stud. real. E. Haffner).

13de oktbr. Ligningers numeriske løsning, VIII. Bestemmelse af en lignings rationale rødder. Newtons methode til bestemmelse af de numeriske verdier af en lignings reelle rødder.

Om kongruenser, II. Kongruenser af 1ste grad.

20de oktbr. Liouville's afhandling, IV (sluttet).

Ligningers numeriske løsning, IX. Numerisk beregning af en lignings rødder ved Lagrange's, Daniel Bernoulli's og Horner's metoder (sluttet).

27de oktbr. \* Om irrationaliteten af tallet  $e$  (stud. real. A. Thue).

\* Et talteoretisk theorem (stud. real. A. Thue).

\* En antalsgeometrisk methode, II.

3die novbr. \* En antalsgeometrisk methode, III.

Om kongruenser, III. Fortsættelse over kongruenser af 1ste grad.

10de novbr. \* En antalsgeometrisk methode, IV.

Om kongruenser, IV. Fortsættelse over kongruenser af 1ste grad.

Wilson's sætning og Fermats sætning (sluttet).

Bemærkning hertil af stud. real. A. Thue.

17de novbr. \* En antalsgeometrisk methode, V.

Hovedpunkterne af sandsynlighedsregningens teori, I (cand. real.

O. B. Schelderup).

24de novbr. \* En antalsgeometrisk methode, VI (sluttet).

Hovedpunkterne af sandsynlighedsregningens teori, II.

1ste decbr. Den Steiner'ske løsning af Malfattis problem (efter

Julius Petersen: «Metoder og Theorier»), (stud. real. O. Carlsen).

Hovedpunkterne af sandsynlighedsregningens teori, III (sluttet).

#### 1ste semester 1889.

9de februar. Elliptiske funktioners teori efter Durège: Theorie der elliptischen functionen, I (stud. real. Alfsen).

\* Løsning af en elementær-stereometrisk opgave (dr. Holst).

16de februar. Elliptiske funktioner, II (Lovene for pendelbevægelsen), (Alfsen).

Weierstrass's teori for den elementære aritmetik, I (stud. real.

R. Barman).

23de februar. Elliptiske funktioner, III (Periodiciteten), (stud. real.

E. Haffner).

Weierstrass's teori for den elementære aritmetik, II.

2den marts. Elliptiske funktioner, IV (Periodiciteten. Fortsættelse), (Haffner).

16de marts. Elliptiske funktioner, V (Periodiciteten. Fortsættelse), (Haffner).

Weierstrass's teori for den elementære aritmetik, III.

23de marts. \* Elliptiske funktioner, VI (Reduktion til normalformen af de elliptiske integraler af 1ste art), (dr. Holst).

Maxwell's behandling af de to teorier for de elektriske kræfter (cand. real. V. Bjerknes).

28de marts. \* Elliptiske funktioner, VII (Reduktionen til normalformen. Fortsættelse).

Maxwell's behandling af de to teorier for de elektriske kræfter, II (sluttet).

4de april. \* Et par egenskaber ved ubestemte ligninger, særlig af 2den og 3die grad (stud. real. Thue).

Weierstrass's teori for den elementære arithmetik, IV.

11te april. Elliptiske funktioner, VIII (Additionstheoremet), (stud. real. Holtsmark).

Weierstrass's teori for den elementære arithmetik, V (Beviset for, at der ikke eksisterer mere end to enheder i arithmetiken).

25de april. Elliptiske funktioner, IX (Lagrange's bevis for additions-theoremet), (Holtsmark).

2den mai. Elliptiske funktioner, X (De elliptiske funktioners sammenhæng med den sfæriske geometri), (stud. real. A. Alexander).

Weierstrass' teori for den elementære arithmetik, VI (Gjenoptagelse af beviset for, at der ikke eksisterer mere end to enheder i arithmetiken).

- 9de mai. Weierstrass' teori for den elementære arithmetik (Fortsettelse om de to enheder. Sluttet), (dr. Holst).

Riemanns liv og virksomhed (stud. real. A. Guldberg).

---

Af de nedenfor meddelte arbejder behandler det første et theorem, der vistnok kan udledes som et specielt tilfælde af en sætning af Eisenstein<sup>1)</sup>, men som med sin her givne, af Eisensteins theorem uafhængige, elementære udledning uden tvivl vil læses med interesse.

---

#### Axel Thue: Ein zahlentheoretisches Theorem.

(Foredraget 27de oktober 1888).

Ein Bruch, dessen Nenner  $k!$  und dessen Zähler das Product von  $k$  auf einander folgenden Gliedern einer arithmetischen Reihe ist, lässt sich immer verkleinern, bis der Nenner nur solche Primzahlfactoren enthält, welche in der Differenz der Reihe vorkommen.

Ist die Differenz eine Potenz einer Primzahl, lässt sich

---

<sup>1)</sup> «Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.» 1852 pag. 441.



der Bruch reduciren, bis der Nenner eine Potenz dieser Primzahl wird.

Dieser Satz, der unten bewiesen wird, kommt zur Anwendung bei den Coefficienten der verschiedenen Potenzen von  $x$  in der Reihenentwicklung von

$$(1+x)^{\frac{m}{n}}.$$

In dem Bruche

$$\frac{x(x+p)(p+2p)\dots\dots[x+(k-1)p]}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot k} \quad (\text{I})$$

ist jeder Factor  $u$  des Nenners, welcher zu der Differenz  $p$  prim ist, Theiler eines Factors des Zählers.

Sind nämlich  $u$  und  $p$  relative Primzahlen, dann lässt sich bekanntlich jedes System  $m$  und  $n$  in der unbestimmten Gleichung

$$x + mp = nu$$

durch die Werthe

$$m = \alpha + ut \quad n = \beta + pt$$

ausdrücken, wo  $\alpha$  und  $\beta$  ein gegebenes Werthsystem bilden.

Man sieht unmittelbar, dass wir durch passende Wahl von  $t$

$$0 < m < u$$

erhalten können.

Unsere Behauptung ist somit bewiesen.

Betrachten wir jetzt speciell den Bruch:

$$\frac{x(x+p)(x+2p)\dots\dots[x+(q^r-1)p]}{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot q^r} \quad (\text{II})$$

wo  $q$  eine Primzahl sei, welche nicht in  $p$  enthalten werden darf, und setzen wir voraus, dass  $q$  aus dem Nenner ganz hinweggeschaffen werden kann, ohne dass man irgend einen der Parenthesfactoren des Zählers mit einer höheren Potenz von  $q$  als  $q^r$  zu dividiren braucht.

Es lässt sich dann zeigen, dass diese Eigenschaft allgemein gilt, indem sie auch besteht, wenn man  $\gamma + 1$  für  $\gamma$  schreibt.

Im Bruche (II) wird ja, wie schon gesehen, einer von den Zählerfactoren, etwa  $(x + np)$ , durch  $q^\gamma$  theilbar sein, wo

$$0 \leq n < q^\gamma$$

Ausserhalb des Nennerfactors  $q^\gamma$  haben wir nun einen weiteren mit  $q$  theilbaren Factor, etwa  $hq^\beta$ , nämlich um

$$hq^\beta - q^\gamma = q^\beta (h - q^{\gamma-\beta})$$

Plätze entfernt. Wenn  $h$  nicht durch  $q$  divisibel ist, muss hier  $\beta$  als  $\leq \gamma$  angenommen werden.

Diese neue Potenz von  $q$ ,  $q^\beta$ , wird dann Theiler eines der Zählerfactoren sein, welcher seinerseits um

$$q^\beta (h - q^{\gamma-\beta})$$

Plätze vom Factor  $(x + np)$  zu suchen ist. Um dies einzusehen bilde man diesen Factor:

$$x + np + [q^\beta (h - q^{\gamma-\beta})] p = q^\beta \cdot Q$$

also mit  $q^\beta$  theilbar.

Ieder Factor des Nenners, der ausserhalb des  $q^\gamma$  liegt und mit einer Potenz  $q^\beta$ ,  $\beta < \gamma$ , theilbar ist, kann also immer von dieser Potenz befreit werden, indem gleichzeitig eine ebenso hohe Potenz von einem entsprechenden Factor  $q^\beta Q$  des Zählers hinwegfällt.

Sofern in einem Bruche (I)  $k < q^{\gamma+1}$  ist, lassen sich somit sämtliche im ganzen Nenner enthaltene Theiler  $q$  wegschaffen, ohne dass irgend ein Parenthesfactor des Zählers mit höherer Potenz als  $q^\gamma$  dividirt wird.

Setzen wir jetzt

$$k = q^{\gamma+1}$$

dann werden wie bisher sämmtliche Theiler  $q$  des Nenners bis auf einen einzigen weggeschaffen werden können. Während aber jetzt einer der Zählerfactoren mit  $q^{\gamma+1}$  theilbar ist, wird man noch den letzten zurückstehenden Factor vom Nenner wegdividiren können.

Der Satz gilt, wie im Anfange gezeigt, für  $\gamma=1$ , und ist somit allgemein für jeden ganzen pos. Werth des Exponenten  $\gamma$  bewiesen.

Hieraus folgt dann weiter unser ober ausgesprochener Satz.

Anf die Eulerschen Zahlen  $\left(\frac{m}{n}\right)_p$  angewandt, gibt dies weiter:

Jede Eulersche Zahl  $\left(\frac{m}{n}\right)_p$  kann als ein ungebrochener Bruch geschrieben werden, dessen Nenner nur die Primzahlfactoren aus  $n$  enthält.

Man hat nämlich

$$\left(\frac{m}{n}\right)_p = \frac{\frac{m}{n} \left(\frac{m}{n} - 1\right) \dots \left(\frac{m}{n} - p + 1\right)}{1 \cdot 2 \dots p} =$$

$$(-1)^p \frac{(-m)(-m+n)(\dots)(-m+[p-1]n)}{1 \cdot 2 \dots p} \cdot \frac{1}{n^p}$$

Das Theorem ist eine Generalisation des bekannten Satzes, das der Ausdruck

$$\frac{(a+b)!}{(a!)(b!)}$$

immer eine ganze Zahl ist.

Aus der Form des Beweises geht weiter hervor, dass sich der Satz ausdehnen lässt, auch die höheren arithmetischen Reihen zu umfassen. Man bringt dann die Lehre von den höheren Congruenzen zur Anwendung.

**Axel Thue: Om irrationaliteten af tallet  $e$ .**

(Foredraget 27de okthr.)

Liouville var som bekendt den første, hvem det lykkedes at bevise, at grundtallet i det naturlige logaritmestystem ikke er nogen rational størrelse, ja ikke engang rod i nogen ligning af anden grad med rationale koefficienter.

Senere har Hermite i en høist merkværdig afhandling paavist, at dette ogsaa fremdeles gjælder, om gradtallet 2 ombyttes med gradtallet  $n$ .

I det efterfølgende skal vi gjennem en generalisation af Liouvilles methode godtgjøre, at heller ikke  $e^2$  kan være rod i nogen ligning af anden grad.

Vi paastaar altsaa, at der ikke kan existere nogen ligning af formen

$$\alpha e^4 + \gamma e^2 + \gamma = 0$$

eller

$$\alpha e^2 + \gamma e^{-2} = -\beta$$

naar  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\gamma$  er hele tal, positive eller negative.

Var nemlig saa tilfælde, fik man

$$\begin{aligned} & \alpha \left[ 1 + \frac{2}{1} + \frac{2^2}{1 \cdot 2} + \dots + \frac{2^{m-1}}{(m-1)!} + \frac{2^m}{m!} e^{2\theta} \right] + \\ & + \gamma \left[ 1 - \frac{2}{1} + \frac{2^2}{1 \cdot 2} + \dots + (-1)^{m-1} \frac{2^{m-1}}{(m-1)!} + \right. \\ & \left. + (-1)^m \frac{2^m}{m!} e^{-2\lambda} \right] = -\beta \end{aligned}$$

$$1 > \theta > 0$$

$$1 > \lambda > 0$$

Alle de her optrædende brøker kan nu forkortes, til ingen af nævnerne indeholder nogen faktor 2, medens tællerne selv for noksaa store værdier af  $m$  kan synke helt ned til tallet 2.

Man har nemlig, at den høieste potens af et primtal  $p$ , der kan gaa op i  $m!$  har en exponent  $k$  bestemt ved ligningen,

$$k = E\left(\frac{m}{p}\right) + E\left(\frac{m}{p^2}\right) + \dots$$

idet  $E(x)$  som sædvanlig betegner et helt tal  $\alpha$ , bestemt ved betingelsen

$$\alpha < x < \alpha + 1.$$

Er  $p = 2$ , saa faar man:

$$E\left(\frac{m}{2}\right) \leq \frac{m}{2}$$

$$E\left(\frac{m}{2^2}\right) \leq \frac{m}{2^2}$$

.....

$$E\left(\frac{m}{2^x}\right) \leq \frac{m}{2^x}$$

hvor  $2^x$  er den høieste potens af 2, der er mindre end  $m$ .

Vi faar

$$k < m \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots \text{in inf.} \right]$$

eller  $k < m$ .

Tællerne i vore brøker indeholder altsaa primtallet 2 i en høiere potens end de tilsvarende nævnere.

Er dernæst

$$m = 2^n,$$

bliver

$$E\left(\frac{2^n}{2}\right) = 2^{n-1}$$

$$E\left(\frac{2^n}{2^2}\right) = 2^{n-2}$$

.....

$$E\left(\frac{2^n}{2^n}\right) = 1$$

eller

$$k = 2^n - 1$$

Man har følgende:

$$\frac{2^{(2^n)}}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2^n} = \frac{2}{h}$$

hvor  $h$  er et helt tal.

Har  $\alpha$  og  $\gamma$  modsat tegn, sætter man

$$m = 2^n + 1$$

har de samme tegn sættes

$$m = 2^n + 2.$$

Koefficienterne for  $l^{20}$  og  $l^{-1\lambda}$  bliver i de to tilfælde efter forkortning respektive lig

$$\frac{4}{P(2^n + 1)} \quad \frac{4}{Q(2^{n-1} + 1)}$$

Multipliserer man i første tilfælde over hele ligningen med  $P$ , i andet med  $Q$ , saa faar man, ifald  $\alpha$  og  $\gamma$  har modsat tegn, at

$$\frac{4\alpha l^{20} - 4\gamma l^{-2\lambda}}{2^n + 1}$$

uafhængig af  $n$  skal være et helt tal eller 0, og ifald  $\alpha$  og  $\gamma$  har samme tegn, at

$$\frac{4\alpha l^{20} + 4\gamma l^{-2\lambda}}{2^{n-1} + 1}$$

skal være lig et helt tal eller *nul*.

Da  $n$  kan vælges saa stor, man vil, kan ovenstaaende ikke finde sted; herved er satsen bevist.

Ovenstaaende ræsonnement kan ogsaa anvendes paa andre størrelsesudtryk.

Man vil saaledes til eksempel kunne bevise, at baade

$$\sin^2\left(\frac{1}{x}\right) \quad \text{og} \quad \cos^2\left(\frac{1}{x}\right)$$

er irrationale, naar  $x$  er et vilkaarligt helt tal.

# Strandlinje-studier.

Af

Andr. M. Hansen.

---

## 1. Kystseterne.

De norske «strandlinjer» er vel kendt i den geologiske diskussjon, og den betydning studiet av dem har for løsningen av en hel række tildels fundamentale spørgsmål i jordens utviklingshistorie og jordskorpens fysik anerkendes mere og mere. Vort kendskap til dem er imidlertid endnu temmelig ufuldkomment, og de iagttagelser, jeg har havt anledning til at gøre i Romsdals og Nordre Bergenhus amter, er forholdsvis så mange, at jeg mener de vil kunne være av interesse for den videre diskussjon, skønt de på mange punkter endnu er meget ufuldstændige. — —

Selve benævnelsen strandlinje er allerede av Sexe\*)<sup>1)</sup> forkastet som indesluttende en formentlig falsk teori for deres dannelse. Også Suess<sup>2)</sup> forlader den, fordi den for bestemt henleder tanken på selve havet. Det vil også være mest korrekt at indskrænke benævnelsen strandlinje til at gælde blot den sammenhængende linje i sin helhet, hvori havet skærer landet, og ikke bruke den om

---

\*) For literaturhenvisninger se slutningen.

selve overfladedannelsen, den indhuggede vei i fjeldsiden eller om fjæreflaten. I en tidligere avhandling «Om seter eller strandlinjer i store høider over havet» 1885<sup>3)</sup> har jeg foreslået det i Østerdalen og flere dalfører brukelige navn sete for selve avsatsen. Benævnelsen er optaget av Suess i den tyske literatur og Melvin<sup>4)</sup> i den engelske og synes således at ville få internasjonal borgerret. Betydningen er oprindelig: «det man sidder på», men overført «en liten flate i en klippe» (if. Ivar Aasens Norsk Ordbog). Sammen med dette ord hænger sandsynligvis den meget utbredte endelse -set eller -sæt i gårdsnavn. Herpå gør også I. Aasen opmærksom, og det bestyrkes end mere derved, at der allene i de to vestlige amter, jeg har undersøgt, findes mindst 100 gårde paa -set som enten ligger på en sete eller — for en meget mindre del — på elveterrasser. Tildels har man hele rækker av gårde: Guldset, Rugset, Skarset o. s. v. liggende efter hverandre på en og samme sete, mens lignende navne ikke findes over den. At overføre benævnelsen sete til fjordenes linjer findes således også sproglig støtte i stedsnavnene ved kysten.\*)

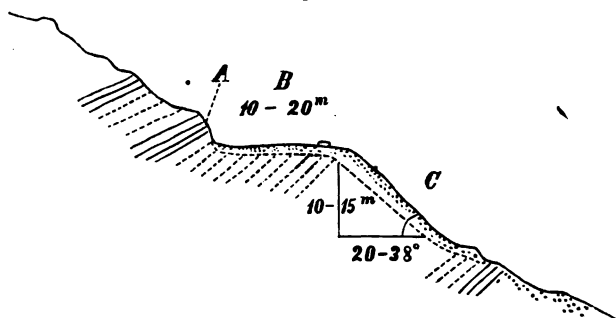
---

\*) Et andet gårdsnavn jeg hyppig har stødt på ved mine sete-studier er Hjelle, hvis betydning er 1) stillas 2) hylde 3) terrasse (sj.) 4) smal flate eller tværsti i en klippe (I. Aasen), et eksempel på hvilken skarp opfatning av karakteristiske natureiendommeligheder har gjort sig gjældende i den oprindelige navngivning. Jeg har på 10 forskjellige steder set gårde av dette navn ligge paa en sete, og antallet kan vistnok efter kartene at dømme mere end fordobles. Et tredje navn Jære (staves i almindelighet, men rimeligvis i flere tilfælde feilagtig Gjerde) kan her påvises for over 30 gårde, som enten ligger på en terrasse og da helst en høitliggende eller på en sete. Den tidligst beskrevne norske kystsete, den lange «Jernbrygge» eller Ja(i)rebrygge paa Hareidlandet<sup>5)</sup> har Keilhau vistnok rigtig avledet av det gamle jaðar, en bort, bræm, atter et betegnende navn for en sete. If. Aasen brukes Jadar i sine forskjellige dialektformer blandt andet om «en række gårde, et bygdelag». Efter en meddelelse fra H.



Jeg skal genta min tidligere beskrivelse fra Østerdalen. «Den egentlige sete (eller nøiagtigere seteflaten) [Fig. 1 B] dannes av en horisontal eller svagt skrånende flate på i alm. 10—20 m., der træder frem fra liens almindelige hældning, avgrænset på den øvre side av rygstedet (eller kortere ryggen) [A], der ved de av løst materiale byggede seter i almindelighet ikke skiller sig stort ut fra dalsidens faldvinkel, men som ofte viser små knauser av det faste fjeld stikkende frem og da med lodret kant. Fra

Fig. 1.



seten falder foten [C] brat av som en jevn flate med en vinkel på 20—38°, som dog ofte blir mindre. — — Saaledes som her skildret optræder seterne i de almindelige bratte lier (10—20°). Hvor dalsiden blir flatere, viskes de likesom ut, seten blir mere skrå og foten længere og flatere for tilsidst begge at falde sammen med lien. — — Materialet består i kvartsfjeldet i regelen av nødde- til nævestore, kantrundede stene —, i Trondhjemsskiferen og også i kvartsfjeldet paa steder, hvor seten breder sig ut til større

---

Ross gælder dette «særlig en bygd, som ligger noget oppe fra dalbunden, paa en langstrakt flate eller terrasse nedenfor høidedrag». Hertil må vel efter beliggenheden av så mange gårde i Statamterne føies: «eller på en gammel strandlinje».

flater, er materialet finere. — — På enkelte steder træder seterne frem i en form, der dog ikke er fuldt så utbredt, nemlig helt bygget i fast fjeld — — med lodret [op ti 15 m. høit] rygsted.»

— — «Navnene på de forskellige dele af seten har jeg, som man ser, valgt i overensstemmelse med ordets oprindelige betydning, det man sidder på.» \*)

Beskrivelse av de typiske indlands-seter kan uforandret overføres til seterne ved fjorden. Opmærksomheden har for disses vedkommende hidtil væsentlig været fæstet ved de helt av fjeld dannede «strandlinjer». Men overalt, hvor en sammenhængende undersøkelse av disse har fundet sted, finder man dem stadig gående over i linjer, bygget i løst materiale, i «terrane» seter. Allerede det at seten i uavbrudt løp fra det faste fjeld fører over til steder, hvor skråningen synes dannet af bare løst materiale viser, at indhakked vistnok fortsætter under dette. Boringer burde i sådanne tilfælde foretages; naturlige snit er ikke almindelige. Undertiden kan man dog se, at småbækkene gør et par knæk, små tilsprang til fos ved seteryggen og foten. Her viser altså underlaget sig som et virkeligt indhak i fast fjeld, mens seten på begge sider kan synes bygget av grus og sand. Det faste fjeld kan også ofte sees stikke frem som bratte knauser nede i seteryggen.

---

\*) Når de Geer<sup>o</sup>) i stedet foreslår for setefladytan, synes uttrykket mig altfor ubestemt; »kanten» kan gælde baade den ytre, knækanten og inderkanten; »branten» kan let misforståes, da det ofte er seteryggen, ikke foten, som er brattest og træder bestemt frem i fjeldsiden. Jeg fastholder, at de av mig foreslåede benævnelser er «kortere, bekvemmere og mere malende end de av K. Pettersen foreslåede »ydre og indre stødtrin» og »trinflader» — og likeså mere karakteristiske end de Geers. Det er utvilsomt en fordel, når alle benævnelser er git med hovednavnet «et sæte».

Endvidere finder man, selv hvor seten synes bygget av løs aur og sand, ofte et fugtigt, myret strøk inde ved setens indrekant, hvilket tyder på at vandsiget nedad er stoppet ved fast fjeld. Omendskønt — som på forhånd kunde ventes — det løse dække er tykkere under end over strandlinjen, finder man endelig ikke så sjelden fast fjeld stikkende frem også nær knækanten. Det viser sig derfor ofte usikkert om man skal henregne en sete til de i fast fjeld skårne eller ikke. Overgangene er umærkelige og for enhver, som har færdedes meget på begge slags, er deres fuldstændige ensartede oprindelse utenfor tvil. \*)

Disse tilsyneladende terrane seter når ved kysten oftere end ved indlandsseterne en større bredde end 20 m. Ofte har man bredder av 40—60 op til 100 m. Det er til disse flater det meste dyrkbare jordsmon i disse vestlige amter, «Statamterne», er knyttet — utenfor dalfylldingerne. Man vil stadig kunne se dem mærket ved en skarp grænse, den gule akre eller den grønne eng mot det mørke fjeld ovenfor. For at få en kort benævnelse for disse seter med løst materiale i overflaten har jeg kaldt dem eng-seter i motsætning til de i fast fjeld, berg-seterne.

I engseternes utbredelse synes der at herske en vis regel. De findes, saa vidt jeg kender det, forholdsvis sjelden i de inderste fjorde. De brattere fjeldsider her viser sig øiensynlig mindre påvirket av de sete-dannende kræfter. Ofte er man i tvil om der virkelig findes nogen sete, og på stedet — hvis det da går an at komme op dit — vil man ikke kunne påvise nogen sikker horisontal avsats. Men i gunstig belysning — særlig når solen står lavt — vil man på samme sted kunne følge en skyggelinje over lange strækninger i det bratte fjeld — ofte markeret tydeligere ved, at de her al-

---

\*) Sml. R. Chambers, K. Pettersen.

mindelige fossestrenger gjør et knæk ved linjen. Inderst inde i fjorden forsvinder seterne som regel ganske. Omvendt, længst ute på de ytre flate øer, Akerø, Sandø og liggende, avløses de igen, hvor brændingen har større magt, av strandvolde av opskyllede fjærestener. Man har overgangen til de andetsteds almindeligste mærker efter gammel havstand. Man har altså som regel utenfra indover fjorden følgende række: strandvolde, engseter, smalere typiske seter, seter i fast fjeld, skyggeseter, uten at dog regelen naturligvis er undtagelsesfri. Der forekommer stadig veksling.

Som regel kan seterne med lethed holdes ut fra terrasserne. Mens seterne strækker sig langs fjældsiderne som en jar, en vei, hvis profil oftest træder smukt frem på de fremspringende næs, som et seteknæk i profilen, er terrasserne alltid knyttet til dalførene. Ganske vist kan terrasserne stadig følges i umiddelbar overgang til engseterne, men like utenfor dalmundingen sker overgangen fra dalfyltingens ubestemte bredde til seternes normale. Kun langt ute i fjorden, hvor engseterne når sin største bredde, kan terrasserne ved de korte elve være vanskelig at skille ut. Begge går i ét.

Samtidig med at seterne oftest avtar i bredde indover fjorden, avtar de også i hyppighet. Maksimum av utvikling både i antal og sikker bygning kan man sige gjennomsnittlig ligger i den næstyterste femtepart av fjorden — et forhold som finder sted ikke blot i Statamterne men også i Alten og Tromsø amt, og som har spillet en rolle i den teoretiske diskusjon. I denne del kan man for disse fjorde sige, at det er en undtagelse, når seterne mangler.

I de av mig undersøkte Statamter utgør den samlede kystlinje — den egentlige skærgårds småøer ikke iberegnet — ikke mindre end ca. 3000 km., mens avstanden rundt kystens omkreds ikke er mere end ca. 300. Av disse 3000

km. har jeg de to sidste sommere i løpet av ca. 6 uker seet omtrent 2000 og herunder kunnet iagttage ca. 200 km. seter. Over halvparten herav falder på Søndmøre og Nordfjord, av hvis kystlinje jeg dog ikke har seet mere end 650 km. Her utgør de iagttagne seter ca.  $\frac{1}{6}$  av kystlinjen — og i den femtepart, hvor seterne er almindeligst, selvfølgelig en langt større brøkdel.

Den korte tid, jeg havde til min rådighed, bestemte mig i valget av instrument til høidemålingerne. Fra en reise i 1878 vidste jeg, at seterne i Søndmøre var meget talrige, og det stillede sig for mig som det væsentligste at få et almindeligt overblik over deres optræden hellere end i detalje undersøke en mindre del. Jeg bestemte mig derfor for det av prof. Mohn <sup>7)</sup> for strandlinjemålinger indførte instrument — sekstanten. Herved opnådde jeg ganske vist på kort tid at få ikke mindre end 157 nye setemål og derved øke den av A. Lehmann <sup>8)</sup> samlede tidligere fortegnelse til over det dobbelte, men som man vil forstå med opofrelse av en hel del i retning av observasjonernes nøiagtighet.

Mohn anslår den sandsynlige feil under de almindeligste målevilkår til 4', 1.3 m. Resultaterne av hans målinger avviker dog ofte adskillig mere fra Chambers's og Pettersens nivellering af samme linjer.

Jeg har forsøkt at innskrenke feilens størrelse såvidt mulig ved at iagttage følgende forsigtighedsregler for observasjonerne fra dampskib. Sigtene toges helst fra stoppestederne, hvor dampskibet laa rolig. Selv hvor der ikke lagdes til brygge, var dampskibets plads her bestemt med større nøiagtighet end 100 m. Når observasjonerne måtte gøres under fart, valgtes sådanne steder, hvor skarpe næs eller andre gode med, gårde f. ex., havdes tværs, på en avstand av under et par hundrede meter og med kurs nogenlunde like på seten. Da dampskibene med almindelig fart

bruker 30—40 sek. til at bevæge sig 200 m. og da det øieblik, da man har medet tvers og observasjonen gøres — man indstiller sekstanten på forhånd nogenlunde og sigtet tvers gøres langs en skibsrække eller lignende — kan bestemmes med adskillig større nøiagtighed, vil under disse omstændigheder stedsbestemmelsen ikke kunne få over 100 m. feil.

Setens plads må da søkes på kartet, og dens avstand fra den nuværende kystlinje bedømmes efter kystens steilhed. På grund av de ensartede forhold ved fjordenes bygning med temmelig bratte sider, vil man her, særlig ved de talrigste, de lavtliggende seter, ikke resikere større feil end ca. 200 m. Den overveiende del av de av mig målte seter er imidlertid engseter og der ligger gårde på dem. Sigtet tokes derfor på eller like ved gårde, hvis beliggenhet således markerer setens plads på kartet. — Avstandsbestemmelsens nøiagtighet kommer således i sidste instans til at bero på kartet. Indenfor skibsleden er man henvist til amtskartene i målestokken 1 : 200 000, hvor således 200 m. = 1 mm. Både N. Bergenhus og Romsdal er opmålt i de sidste år (udg. 1880—1882) på måleborde i 1 : 50 000, hvor 200 m. svarer til 4 mm. og særdeles store unøiagtigheder skulde man således være sikret mot. Forat imidlertid en unøiagtighet i avstandsbestemmelsen, som således som regel ikke kan nå opover 200 m., ikke skulde få for stor indflydelse på målingen, har jeg ikke taget med målinger med avstand under 2 km. Ved seter under 80 m., hvad den langt overveiende del er, skulde den derav følgende feil i høidebestemmelsen da ikke kunne bli over 8 m., som regel adskillig mindre.

Den indflydelse en feil i vinkelavlæsning medfører stiger med avstanden. Alle sigt på over 6 km. bør derfor sættes ut av betraktning, skönt man efter min erfaring kan få smukke målinger også på større avstande. Med et godt instrument

bør en indeksfeil på over 1' ikke forekomme, hvilket på 6 km. avstand vilde medføre en feil av 1.7 m. Ved mine målinger i Romsdalsfjord og Sundalen havde jeg desværre kun en slidt skibssøxtant, hvis indeksfeil varierede stærkt. Mine målinger derfra er derfor ikke så pålidelige som fra de øvrige fjorde, hvor jeg benyttede en fra det astronomiske observatorium velvillig overladt udmærket lomme-søxtant, hvis indeksfeil for vinkler under  $2^\circ$  syntes at være forsvindende. Selve avlæsningen sker med nogen øvelse med større nøiagtighed end 1'.

Beregner man nu hvor stor indflydelse en feil i avstand av 200 m. og i vinkelmål av 1' har, vil man i aller ugunstigste tilfælde, hvor begge feil virker i samme retning (for avstanden 2—6 km.), faa under 10 m. Den gennemsnitlige feil vil naturligvis være betydelig mindre. — Egentlig burde der ved høidebestemmelsen være taget hensyn til vandstanden. Forskellen mellem høieste og laveste vandstand er ved kysten her ca. 2 m., men avviker adskilligt på de forskjellige steder indover fjorden, og endnu mere varierer havnetiden. Herover har man kun få undersøkelser fra Statamterne. Nogen nøiagtig korreksjon vilde man således ikke kunne skaffe sig. Og desuten — ved sigt på avstande på op til 6 km. vil det være umuligt at avgøre, om den linje man indstiller søxtanten efter, er havflatens skæringslinje med stranden eller selve fjærelinjen. Det vidtløftige arbeide med at utregne vandstanden syntes derfor fuldstændig hensigtsløst. Ved søxtantmålingerne gjaldt det kun at finde loven for seternes høideforhold i de store træk, og en korreksjon på 1—2 m. har lidet at sige. Detaljeundersøkelsen må ske ved nivellement, og her vil man, som allerede Bravais påviste, med adskillig sikkerhed kunne gå ut fra tang-grænsen, hvis forhold til midlere vandstand er meget konstant.

Høidemåling av seter med søxtant synes således allike-

vel med de nævnte forsigtighedsregler at besidde en nøiagtighed, som ikke står så særdeles langt efter aneroidmålinger. Og den uhyre fordel det er, under arbeidet på at få en oversigt, at kunne gøre observasjonerne på avstand og fra dampskib i stedet for ved en tidsrøvende undersøkelse på stedet er selvindlysende, selv om seterne var tydelige på stedet, hvad de ingenlunde altid er. Medfører man passer og målestok og måler avstanden på kartet straks og endvidere en grafisk tangenttabel for distanserne 2—6 km. og vinkler op til 2°, som man let kan konstruere op selv, er hele målingen færdig i et øieblik. — Personlig havde jeg fra først av ikke synderlig tillid til metodens nøiagtighet — og mine første målinger med den gamle skibssekstant skulde ikke styrke den. Jeg besluttede derfor, for i hvert fald at utelukke en ufrivillig påvirkning fra forudfattede teorier om høideforholdene, ikke at utregne observasjonerne på stedet. Samtlige målinger — undtagen nogle kontrolmålinger av samme linje fra forskjellige avstande — er først utregnet høsten 1889. Fortegnelsen over dem findes i slutningen. Listerne indeholder foruten de av mig observerede seter — og de få fra dette strøk, som findes omtalt med høideangivelse hos Lehmann — de hos Kjerulf <sup>9)</sup> og Helland <sup>10)</sup> meddelte terrasehøider. Jeg har ikke fundet det rimeligt at gi noget kart over seternes utbredelse, da først amtskartets målestok vilde kunne gi en rigtig forestilling om deres forekomstmåte, forhold til elverne og den orografiske bygning. Man vil imidlertid kunne finde samtlige nævnte steder på amtskarterne og jeg har ordnet dem således, som de kommer efter hverandre, når kystlinjen følges i sammenheng søndenfra, ind og ut fjordene. De store øer er indskudte ved fastlandet likeoverfor. Som et eksempel har jeg medgit et kart over Nordfjords seter og terrasser (Se pl. I).

I almindelighet sees seterne på avstand i kortere løp,



0.5—1 km. På stedet vil de oftere kunne følges længere og først efter vidtløftige detaljeundersøkelser og med karter i stor målestok vil en uttømmende beskrivelse av seterne kunne gives. Det vilde være meget at ønske, at den geografiske opmålings detaljører — i likhet med den skotske i Lochaber — vilde, såvidt mulig, avsette seterne og deres høide, baade ved kysten og i det centrale Norge.

## 2. Indlandsseterne.

I Arch. f. M. & N. B. 10, 1885 gav jeg som nævnt en beskrivelse af en del høitliggende seter oppe i Østerdalens fjelde, der lignede kystens «strandlinjer» aldeles. — Til forklaring av deres dannelse gjorde jeg opmærksom på, at de og de store indlandsterrasser i utbredelse faldt sammen med den ved blokflytning og skuringsmærkernes retning godtgjorte bevægelse opad bakke langs sydostsiden av den skandinaviske halvøs høideakse. Dette faktum førte da naturlig til den teori, at bræskillet, den akse hvorfra bræbevægelsen utgår til begge sider, hvor indlandsisen sandsynligvis var mægtigst, også kom til at utgøre den sidst avsmeltede del, at således det forhold måtte indtræde, at der mellem vandskillet og denne sidste levning av indlandsisen blev stemmet op sjøer, i hvilke sidedalenes bræer og elve kunde bygge op de mærkværdige høie terrasser, og ved hvis kyster seterne kunde dannes som strandlinjer. Som analogi nævnte jeg de berømte Parallel roads of Lochaber. Den over 120-årige diskussjon om disses dannelse er endnu ikke avsluttet. Jolly nævner i 1885 <sup>11)</sup> hele 38 opsatser om dem, et antal som siden er øket til halvhundrede. Jeg søkte at vise, at den nu vistnok almindeligste teori, den av Agazzis <sup>12)</sup> opstillede, neppe

var holdbar, at naturforholdene ikke på nogen måde gjorde det sandsynlig, at lokale tverbræer nogensinde kunde været i stand til at dæmme op de svære sjøer, at man også i Skotland blev nødt til at gå til selve indlandsisens sidste levning, som med stor rimelighed netop vilde være at søke i S. V. for Lochaber, for at få en solid dam for dem.<sup>13)</sup>

Den her opstillede teori for dannelsen av de høit liggende seter i Norge og Skotland har senere fåt den smukke bekræftigelse, som ligger i påvisning av lignende seter på en række steder, hvor jeg på forhånd efter teorien forut sagde det. Allerede under opsatsens trykning kunde de jemtlandske seter, som Høgbom netop havde beskrevet<sup>14)</sup>, anføres og under et referat av min teori i Geologiska föreningen i Stockholm samme år<sup>15)</sup> nævnte Svenonius en del iagttagelser fra svensk Lappmarken, hvor jeg på grund av den av Erdmann anførte høitliggende forekomst av «hvarfig lera» havde forudsagt deres forekomst. Også en række i den tidligere literatur omtalte høitliggende strandlinjer, som jeg ikke kendte til ved avfattelsen av min tidligere opsats, tilhører den av mig antydede seteregion. Allerede Linné har, som Nathorst gør opmærksom på<sup>16)</sup> iagttaget horisontale linjer ved Grøfvelsjøen<sup>20/6 1734</sup> *manifesto indicio hoc undarum alluentium opere factum*. Like fra spørgsmålet *de telluris habitabilis incremento* blev optaget, har man således kendt seter fra dette indlandstræk. (Grøfvelsjøen ligger umiddelbart i øst for den av mig behandlede del i Norge). I 1755 fører Browallius<sup>17)</sup> det meget avgørende bevis mot at det var havet, som har stået så høit, at «Hypothesen ej gifver något skäl vid handen, hvarföre i dessa, mer än andra fjäll, sådant tecken skulle synas,» men indrømmer dog selv at ha seet lignende mærker, «gissningsvis till sägandes, vid ungefär samma Høgd» på et par andre fjeld i samme egn «Skräll-städ och knip-fjället». I 1798<sup>18)</sup> omtales seter vistnok for første gang fra Norge.

A. C. Smith fortæller i sin beskrivelse over Trysild: «Mange Steder paa de øde og skaldede Fjelde ere dybe Veje heel kjendelige, som kaldes Munkeveiene, hvoraf jeg selv har seet nogle. Veiene seer man komme nordenfra, da Munkenes Reiser — efter gammel Fortælling — skedte fra Reendalen, og sluttelig komme først længere nordenfra did hen.» De har altså også her været «long known and celebrated by the natives as the traditional works of their great ancestors» som Macculloch siger om indlandsseterne i Skotland (1817). — Efter Schmidts beskrivelse kan man ikke tydelig se hvorlangt syd veiene har været kjendelige. Munkene skulde efter sagnet ha drad fra Trysil til Vermeland, hvor de skulde være ved Britmessetider — måske den 31 august —. «Et St. Brites eller Bertes Billede har sluttelig der i Landet fordret deres Sukke og andægtige Knæfald.» — Det synes imidlertid, efter hvad Keilhau beretter fra Faksefjeld og fra Flermoerne 1840, at være sandsynlig, at seteregionen her i virkeligheden strækker sig længere syd end jeg fra først av vovede at anta.<sup>19)</sup> «Sand- og Gruusmasser ganske af samme Form som i de lave Egne (ved Fjorde og især ved større og mindre Vasdrag) saa hyppigen forekommende Leer- og Sand-Mæler, saa jeg ganske nær ved det Høieste af den maalte Kuppel paa Faxefjeld, altsaa i et endnu betydeligere Niveau end Bedækningsmassernes paa Plateauet sydvestlig ved Herjehagna.» Også Hørbye (1855) omtaler<sup>20)</sup> en terrasse fra Grøtådalen øst for Fæmun og ved Feragensjøen, hvor den «antyder en gammel Strandlinie, fra en Tid, da denne Sø var i Niveau og forenet med Fæmund.» — Mens Keilhau antar som de ældre skotske og engelske geologer for Lochaber, at disse «veie» er en «levning fra en tid, da kun det Allerøverste af Faxefjeld ragede op over selve Havet», er det av interesse at notere, at Hørbye i 1855 opstillede en hypotese (s. 378) om «en rækkeformig Nedgliden af Be-

dækningsmasserne til forklaring af de horizontale Linjer paa Fjeldsiderne, som i Frastand tager sig ud som kunstigen anlagte Veie, og hvoraft en blandt de mærkeligste sees paa Østsiden af Fondaas i Rendalen» — en teori, der i meget svarer til Prestwich's teori om *landslips* for «Parallel roads» fra 1879.»

De umådelige masser af sand og grus i terrasser skildres fra flere steder i Østerdalen af begge disse norske geologer, og allerede Vargas Bedemar <sup>21)</sup> nævner (1819) fra Foldalen «100—200' høie sandterrasser, flere over hverandre, med milevis utstrækning» (s. 531, 248, B. 1) og har også været opmærksom på «en flere fod mægtig mergelagtig ler» i Tønset.

Fra Gudbrandsdalen omtales seter av R. Chambers i 1849 <sup>22)</sup> og senere av J. R. Dakyns <sup>23)</sup> i 1877, nærmere av Reusch <sup>24)</sup> i 1885. Også her falder den lange «Vieflotten», der «strækker sig over hele Bygden» indenfor de grænser, jeg fra først av opstillede. — Derimot har jeg ikke fundet i litteraturen noget sted indlandsterrassedannelsen eller seter omtalt fra den anden side av vandskillet eller i større afstand søndenfor seteregionen. Den opstillede teori for deres dannelse må således siges at ha stået sin prøve både likeoverfor hvad den ældre literatur indeholder og likeoverfor hvad de forløbne 5 år har bragt av nyt.

Selv har jeg havt anledning til senere at undersøke en større del av den norske indlandsseteregion og liste nr. 2 indeholder en del nye iagttagelser. Mine observasjoner i somrene 1886—1887 har i det store taget ubetinget styrket teorien. Gennemgående har jeg fundet seter i de dalfører, hvor jeg ifølge teorien skulde vente dem, og terrasserne optrådte stadig her med store mægtigheder, mens de fuldstændig ophørte på den anden side av vandskil eller bræskil. Derimot viste detaljeundersøkelserne adskillig vanskelighet.

Det er ikke blot det, at seterne selv i det for en stor del skogklædte terræn er så vanskelig at opdage. Det har hændt mig, at jeg til forskellige tider har speidet forgæves efter en setelinje i en bestemt li uten at finde nogen antydning, men så pludselig — særlig i aftenbelysning — har kunnet følge dem over en lang strækning og senere fundet, at den på stedet viste sig smukt utviklet og let at følge i kilometervis. Større vanskeligheter viste sig under forsøket på at bestemme sydgrænsen for seterne og terrasserne, bræskillets beliggenhet. I almindelighed betragtes blokkeflytninger som det sikreste tegn for bræbevægelsens retning. En nærmere drøftelse av naturforholdene under høifjeldsseternes dannelsesetid viser imidlertid så indviklede forhold, at de i litteraturen givne opgaver om blokkeflytning taper adskillig i værdi, og nye kritiske undersøkelser viser sig nødvendige. Tidligere undersøkelser har for en stor del været altfor bundne ved det nærliggende spørsmål: hvor findes blokkens bergart ovenfor i dalen, og har ikke faldt på at søke den like søndenfor, hvad der ofte har ligget snublende nær. Tillike er vort kendskab til bergarterne i det vidløftige høifjeld endnu ikke uttømmende. Men hertil kommer, at en blok kan være flyttet på forskjellig måte og til meget forskjellig tid. \*) For det første er der den mulighet, især for flytblokke på fjeldtoppene —

---

\*) Da der i det følgende stadig vil være nødvendigt at holde ut fra hinanden de to istider, som vel nu med sikkerhet må antas at ha hersket, og det er et meget føleligt savn ikke at ha adjektiviske betegnelser for dem, har jeg fundet det bekvemt at benytte følgende betegnelser, der, såvidt jeg ser, ikke kan misforståes. Hvad der tilhører den første istid har jeg kaldt proteroglacialt. i motsætning til den sidste istid — den deuteroglaciale. Mellemtiden er den interglaciale, alt hvad der ligger forut for de kvartære istider er præglacialt, efter dem postglacialt, hvilke sidste benævnelse i dens tidligere bruk for en bestemt periode inden denne tid (i Norge de postglaciale terrasser, i Sverige den postglaciale landsenkning) forekommer mig mindre heldig.

at deres flytning kan tilhøre den første store istid, mens fjeldtoppene under den sidste istid, som seternes dannelse må tilhøre, lå som nunatakker og beholdt sine fremmede blokke. Og der er mange beviser for, at bræbevægelsen i nærheden av vandskillet har været forskellig under de to istider. Går man fra de høie toppe nedover, kommer man så til seten selv, hvor flytblokke ikke er sjeldne. Her møter en ny mulighed. Har man som i Østerdalen og Gudbrandsdalen op til 150 km. lange bræsjøer — så langt kan seterne med sikkerhet følges — er det selvsagt, at med drivisen og med de små isfjelde i disse kan der drive blokke såvel sydover som nordover med den vekslende vind. Av den enkelte blok her kan ingen slutning drages om bræbevægelsens retning, om end denne dravisbevægelse i og for sig nødvendiggor antagelse av de opstemmede sete-sjøer. Kommer man videre nedenfor seten, ned til dalbunden, kan elvene især ved de store flommer ved seteperiodens slutning, ha ført masser av sten nedover, uten at man av deres bergart kan slutte sig til bræbevægelsens retning. Endelig har vi oppe på fjeldvidden og omkring større fjeldgrupper de lokale bræer, som efter den egentlige indlandsis's avsmeltning kan ha flyttet blokke i motsat retning av denne.

Som man ser må derfor hver eneste blok undergives en detaljeret undersøkelse med alle disse muligheter for øie, og de fleste ældre angivelser, særlig av enkelte blokke (se Kjerulf Udsigt s. 25 ff.) kan foreløbig ikke brukes til bestemmelse av bræbevægelsens retning. Det samme gælder også en hel del av mine egne observasjoner, som blev gjort før jeg fuldstændig havde sat mig ind i sete-teoriens konsekvenser. — Skuringsstripernes retning har man ikke ofte anledning til at iagttage i den stærkt overdækkede egn, hvor desuten de herskende bergarter er skifere og kvartsiter, som i og for sig er lidet egnet til at mottage og bevare skuringsmærkerne.

Når man tillike tar i betraktning, at man i disse strøk må arbeide med gamle karter i liten målestok, og at geologisk detaljkartlæging endnu mangler, vil det være indlysende, at det vil være vanskelig at finde sikre beviser for den sidste istids opadgående bræbevægelses sydgrænse, til hvilken seternes utbredelse er knyttet. Man blir nødt til at holde sig til de store forhold, hvor de lokale indflydelser ikke kan dække over.

Heldigvis går de geologiske grænser således, at for store strækninger ingen tvil er mulig.

Fra Rørås til Lilleelvdalen går Glomdalen næsten på tværs av den på østlandet almindelige SSO. dalretning. NV. for den går en mærkelig række dalfører fra Grimsas dal over Sevalen, Lonelven, Vingelen, Dalsbygden og Haukå i ca. 50 km. længde parallel hermed. Den let kendelige grænse mellem sparagmiten og trondhemsskiferen går også nogenlunde parallel med denne retning, SO. for Glomdalen. Derimod har vi tvers på disse tre linjer en række av brutte smådale med SSO. retning, Aursuen, Hådalen, Narbudalen, Hodalen, Brydalen, Værådalen, Tyldalen. Særlig de sydligste av disse dalstrøk f. ex. Teldalen og Auma—Tyldal fører kun ganske korte elve fra de i Glomdalen mundende dele; og dog er der bygget op kolossale terrasser ved disse dalmundinger, op til 100 m. — terrasser, som øiensynlig ikke kan skyldes deres egen virksomhet. Kommer så hertil, at — som man selv fra jernbanen kan se — de svære mæler er bygget op av rødlig sand, som umulig kan være kommen fra de mørke grønne trondhemsskifer, som står i fjeldet omkring, — at endvidere terrassernes mægtighed nærmere synes at stå i forhold til de søndenfor liggende dales størrelse med deres nu sydrindende vand end til deres egne elve, blir en tidligere stærk transport fra syd, fra den røde sparagmit tvers over bergartsgrænsen op i Glomdalen ubestridelig, selv om ikke de store masser av

sparagmitblokke i terrasserne selv førte et tydeligt sprog. Denne flytning mot NV. kan også følges over i den omtalte række av dalfører, som går parallel med Glomdalen på den anden side. Sparagmitblokke og øiegneis er f. ex. almindelige i Vingelen og Dalsbygden, terrasserne er også her for en stor del av sparagmitsand, skønt nu også hist og her, f. ex. i Tolgen, ler fra trondhemsskiferne optræder. — Denne store umiskendelige NV.transport slutter sig like til den av Hørbye allerede 1857 omtalte massetransport mot NV. helt nede fra Dalarnes porfyrfelt, hvilken han påviste over hele den nordligste del av Østerdalen.

I det næst store dalføre, Foldalen, har man også en lignende geologisk grænse, idet et granulitfelt krydser dalen. Også her er en tidligere bræbevægelse mod NV. opad bakke fra granuliten påviselig, når man ikke tar sine stenprøver like i elvens tidligere råderum. Kommer vi endelig over til Gudbrandsdalslågens dypt nedskårne dalføre har man også i dens nordlige del formasjonsgrænsen mellem grundfjeld og trondhemsskifer tvers på dalen og også her lar blokflytningen sig følge selv i de store veistene, hvor trondhemsskiferne kan følges opover gneisen, trods denne sidste bedre egner sig til det bruk. Også ved det strøk av hvid granit, som i Dovre ved Joras munding krydser Lågen, viser det samme sig. Men uheldigvis hjælper disse iagttagelser os ikke synderlig på vei, når det gælder at bestemme sydgrænsen for denne opadgående bræbevægelse.

I tilslutning til disse store flytninger i det centrale Norge følger over grænsen de av Tørnebohm <sup>25)</sup> og Høgbom <sup>26)</sup> påviste ensartede bræbevægelser i Jemtland, hvor sydostgrænsen for den er påvist helt ned til 160 km. fra vandskillet. Længere nord har man den av Pettersen særlig for Tromsø amt studerede flytning av den røde svenske granit <sup>27)</sup> opover skiferlagene og helt ned til kysten, hvilken har skeet i så stor målestok, at grænsen også her vil være



at lægge langt øst. Det samlede billede er, selv om seternes sydgrænse ikke med bestemthet kan fastslåes, dog ganske som teorien fordrer den.

En række omstændigheder tyder også på, at bræskillet må bli at trække langt længere syd end jeg fra først av vovede det. Når man reiser opover en av de østlandske dalfører har man en regelmæssig dalfyldning, hvori den nuværende svagere elv har skåret sig ned. Men på et bestemt punkt optræder over denne flate inde ved fjeldsiden en høiere terrasse, oftest med 10—15 m. høide, og fra sidedalene optræder snart svære terrasser som bastionagtige fremspring. Disse påbyggede terrasser kan neppe tilskrives elven. De kommer til den almindelige dalfyldning som noget nyt, man blir bragt til at søke en ny geologisk faktor — er man kommen over i setesjøernes region? Så vanskelig forholdene ved bræskillet er at utrede, er det utrygt bestemt at påstå, at så er tilfældet, men sandsynligheten taler stærkt for det. Dette nye terrassetrin begyndte, såvidt jeg kan se, i Gudbrandsdalen først i Nordre Fron ved Vinstras terrasse (Lomoen)  $61^{\circ} 36'$ , muligt er der dog at også Vænebygden viser setelignende dannelser. I Østerdalen begynder terrasserne allerede ved Imsas munding  $61^{\circ} 28'$ . De sydligste sikre seter, jeg har fundet, er i Gudbrandsdalen ved Tokse, Nordre Fron, ca.  $61^{\circ} 36'$ , men det er muligt, at Stegberget mellem S. Fron og Vænebygden er kranset med en stor sete  $61^{\circ} 33'$ . I Østerdalen er den sydligste sete, jeg har besøkt, ved Atnas munding  $61^{\circ} 43'$ , men efter Keilhaus beskrivelse<sup>28)</sup> skal de findes på Faksefjeld  $61^{\circ} 20'$ . Ifølge en meddelelse fra prof. R. Collett findes en setelignende linje nær Gausdals sanatorium  $61^{\circ} 21'$ . I Jemtland synes sydgrænsen i Oviksfjeldene endnu, trods sin trods sin stærke sving mot nord, at gå ned til  $62^{\circ}$ .

Der er en del orografiske forhold i Norge, som tyder på en meget sydlig beliggenhet. Den omstændighet, at

man i strøket like nordenfor  $61^{\circ} 20'$  har en række bielve, der går mot N., tvært imot den almindelige retning, er en betydningsfuld eiendommelighet, som synes særlig knyttet til seteregionen.

Der skulde således være adskillig grund til også for det parti av Norge, som ligger øst for Jotunheimen, at anta en utbredelse av høifjeldsseterne, terrasserne og den tidligere opadgående bræbevægelse i en bredde der kommer op mot den jemtlandske, nemlig helt op til 160 km. Længere nord i Sverige, i Lappmarken, antyder som nævnt den svære transport av rød granit vestover at bræskillet må ha ligget adskillig østenfor formasjonsgrænsen — hvilket også gir en lignende sandsynlig bredde av ca. 150 km. En række forhold — særlig da skuringsmærkernes retning og det at høideaksen her kiler sig ut i Lyngenfjeldene — tyder på, at setestruket neppe har fortsat nordenfor den landstrimmel, som Finland skyder op mellem Sverige og Kautokeino. — Hvorledes seteregioner på den anden side fortsætter mot SV. i Norge over Valders, Hallingdal, Telemarken, må senere undersøkelser avgøre. Selv har jeg i disse strøk kun seet én sete, på Hugakollen mellem Vang og Slidre i Valders. På Vidda, helt ned mot Sætersdalen, findes stadig tildels mægtige sandterrasser, og skuringsmærker og orografiske forhold taler for, at bræskillet også her har ligget østenfor vandskillet. Da en mægtig indlandsis øiensynlig ikke vører mindre avvikelser i underlaget, er man vel berettiget til at trække bræaksen i en jevn bue op fra Valle i Sætersdalen til nedre Gudbrandsdalen. Man vil herved i det hele få et setestruk på ca. 1200 km. længde, med stadig stigende bredde op til Jemtland og derfra nogenlunde jevnbreddt nordover — over 160000 km.<sup>2</sup>, hvorav omtrent fjerdedelen i Norge. Henimot  $\frac{1}{5}$  av den skandinaviske halvø,  $\frac{1}{8}$  av Norge, må således ut fra teorien om den uven-

tede avstand mellem vandskil og bræskil under istidens slutning underkastes fornyet granskning med hensyn til sin overflate-geologi. Det bidrag, mine undersøkelser i Norge i et par sommere kan gi i et uveisomt terræng så stort som hele Danmark og med så yderst eiendommelige glaciale forhold, vil naturligvis ikke strække stort længere end til at stille spørgsmål, hvis løsning kun kan antydes.

Foruten de tidligere nævnte forhold ligger det nær at sætte også et andet i forbindelse med denne sidste rest av indlandsisen. Det material bræerne fører frem til sin yderkant vil, kun med undtagelse av de forholdsvis mindre masser, som dannes av midtmorænerne og lignende, bestå av sand og ler. Men ved den endelige avsmeltning vil bræen så at sige bli avbrudt midt i arbeidet; man vil få endnu ikke helt opslidte store blokke og grovere aur liggende igen. Nu findes der netop et mærkeligt belte med svære blok- og grussamlinger på et strøk tversover landet fra Numedal til Trysil, omkring  $61^{\circ} 20'$ , som muligvis repræsenterer dette stadium, og man vil kanskje heri finde et nyt middel til at bestemme beliggenheden av bræresten.

Imidlertid kan, trods disse forhold som tyder på at bræaksen ikke har ligget stort nordenfor Mjøsens nordende, spørsmålet hvor altså endnu ikke med sikkerhed løses direkte. Fortsatte undersøkelser må til med muligheten av denne uventede bræbevægelse for øie. Derimot er jeg allerede nu nødt til at opta spørsmålet om den teoretiske mulighet av en sådan beliggenhet av bræaksen.

At en bræbevægelse opad bakke i så store mål som her forutsat ikke er noget enestående, viser forholdene i Kanada. Her har man blokke fra den laurentiske akse omkring Hudson Bay, ifølge Dawson <sup>30)</sup>, flyttet mindst 1000 km. og hævet over 600 m. I Norge er de tilsvarende tal altså

150 km. og selv for dalbunden neppe mere end 400 m., for selve fjeldvidden, som beholder betydelig høide helt ned til 61° 20', vistnok hellere mindre.

Men glacialteoretikerne har havt svært ondt for at indrømme muligheden av sådanne bevægelser hos indlandsisen. Der viser sig her som på så mange andre punkter de uheldige følger av, at studiet av bræerne blev grundlagt i Alperne. Man heftede sig fra først av bare ved bræernes glidende bevægelse nedad bakke, undersøkte hvor stor heldningsvinkel der behøvedes o. s. v. Når det gælder glacialtidens storbræer\*) dur Alpernes lokale bræer aldeles ikke til sammenligning. Her burde man heller fra først av stillet spørgsmålet således: givet en ismasse liggende på flaten, som stadig økes ved nedbøren — hvilken tykkelse kan den nå før trykket driver den utover, hvorledes stiller forholdet sig mellem indre motstand og ydre friksjon, og hvorledes er bræbevægelsen avhængig av disse faktorer foruten av nedbør og avsmeltning. Heri og ikke i skråplanglidningen ligger hovedspørsmålet i bræernes fysik, og fra dette teoretiske grundlag vilde man hurtig fået øinene op for, at den økede motstand en svag heldning imot stiller, kun kommer til at utgøre en mindre faktor i sammenligning med hele den øvrige motstand, de kolossale ismassers bevægelse møter. Har man som i Norge på den ene side av høideaksen et skråplan med fald av  $\frac{1}{2}$ —1° (se Helland: Om fjeldenes høider og om Norges overflates beskaffenhet<sup>22</sup>)) og på den anden side et noget svakere fald og tænker sig dette underlag dækket med en umådelig sammenhengende ismasse, vil man straks indse, at glidningen på den svage skråplan ikke vil være det væsentlige, og at

---

\*) Indlandsis er et tungvindt og ofte ukorrekt navn, landis som de Geer foreslår<sup>23</sup>) lidt misvisende og lidet karakteristisk. Jeg har fundet benevnelsen storbræ høvelig.

bræen ikke behøver at ha så særdeles meget større utstrækning mot SO. for at bræens egen motstand mot bevægelse i denne retning blir så stor, at bræmassen like indenfor vandskillet lettere overvinder en svak motbakke for så at nå det kortere avfald mot vest. Bræskillet, den linje, hvor brætrykket møter like stor motstand til begge sider, vil nødvendigvis komme til at ligge østenfor vandskillet, landets høideakse, når det brattere avfald ligger vestenfor og bræens utstrækning østenfor er meget større.

Selv når man kun har ét svakt heldende skåplan og legger en mægtig bræ midt i skråningen, må følgen bli, at en del av bræen vil bli trykket opover, da motstanden mot bevægelse nødvendigvis, indtil en vis avstand fra brækanten, må være mindst nær kanten. Der vil ved 1000 m. bræer ikke være tale om, at den hele skulde glide som en isklump nedover bakke — noget som studiet av de rent lokale bræer i Schweiz har lagt altfor nær den almindelige opfatning.

Man kan herimot indvende, at der ved denne forklaring er gået ut fra, at nedbøren er nogenlunde ens fordelt på begge sider, mens den i virkeligheden må ha været størst på den til havet vendende brattere side, at brædannelsen her må ha været sterkere og bræmassens akse derfor trukket over til den kant. Dette har vistnok også i nogen grad været tilfældet. Men så særdeles stor forskel har der neppe været endda. Nedslagsarealet er jo til gengeld så meget større på det længere skråplan. Og som bekendt kommer nedbøren i det sydlige Norge den dag idag væsentlig fra øst. Hele den skandinaviske indlandsis havde sin længdeakse langs den herskende nordatlantiske nedbørsvind, sydvesten, og fordelingen på de to længdesider blev vist ikke så svært ulike. Bræen virkede vel også, på samme måte som Grønlands indlandsis, til at kløve hvirvelcentrenes bane, således at flere end nu gik østenfor.<sup>23</sup>

Derimot må nedbøren i det sydlige vistnok været adskillig større end i nord, bræmægtigheden størst i det sydlige Norge, noget som flere forhold viser også har været tilfældet.

Endelig under istidens slutning, på den tid, da setsjæerne dæmmedes op, vilde en større del av fugtigheden vestfra kondenseres under luftens stigning op til vandskillet og på vestkystens lokale bræer, mens de sydlige vinde traf den forholdsvis høie rest av indlandsisen direkte. Luftstrømme fra vandskillet falder, de fra SO.siden stiger. Som de mærkværdige temperaturmålinger, Nansen gjorde på den grønlandske indlandsis, viser, har storbræerne en eiendommelig evne til at virke selvbestemmende på de meteorologiske fænomener, som vel vilde virke til at den holdt sig længst, hvor den fra først av havde den største mægtighed — i uventet grad uafhængig av de nu almindelige nedbørsforhold. Særlig vilde den vistnok bevirke fugtigere klima på Østlandet. Jo længere syd den ligger des mere avgjort må forskellen bli mellem nedbøren fra nord — hvor et relativt indlandsklima må ha hersket mellem landets høideakse og bræen — og fra syd, hvor intet høit land tar av for Atlanterens fugtige vinde. Det eneste profil man har av en storbræ er det værdifulde, Nansen har git ved sin færd over Grønland. Hans målinger viser, at høideaksen ligger nogenlunde nær bræens midte. De øvrige isvandringer der viser, at overflatens profillinjer overalt er en kurve med jevn krumning fra bræens vestlige yterkystlinje til dens østlige, høieste punkt ligger altså nær landets midte. På den skandinaviske halvø vilde allerede dette bringe os til at søke bræaksen temmelig langt SO. fra høideaksen. Men de faktorer, som bestemmer bræens ytergrænser har øiensynlig ikke været så jevnt fordelt på den skandinaviske halvø. Som bekendt har den anden istid skudt en lang istunge, den baltiske isstrøm ut Øster-

sjøen, helt ned i Mark Brandenburg og frem til den jyske halvø. På vestkysten har dens bræer derimot sandsynligvis, som senere skal omtales, fyldt fjordene. Den eneste måde at forklare muligheden av, at denne uforholdsmæssig store baltiske isstrøm kan være blevet drevet frem, får man ved den her hævdede betydelige forskyvning av bræaksen sydostover, hvorved tilstrækkeligt mottryk opnåes. Forholdene bestyrker hinanden gensidig.

Den kolossale storbræ, hvis akse i en svagt bøiet linje går over fra svensk Norrland til Norge, har øiensynlig været for suveræn til at rette sig synderlig selv efter Jotunheimens tindeflok. Når man tar for sig et kart over den skandinaviske halvø (se pl. 2), og så oppe fra Enaresjøen fører bræaksen sydover, ikke så svært langt fra den botniske bugt mot Norges sydende, vil man forstå, at denne majestætiske bræ umulig kan ha slått en skarp bugt på sin høideakee, om underlaget ændredes med et par hundrede meter. Det er de store drag, som hersker. Men for det centrale Norge vil dette sige, at bræaksen kommer meget langt søndenfor høideaksen. Det gælder blot at virkeliggøre for sig forholdenes umådelige dimensjoner — ikke at køre sig fast i betragtningen av de moderne lokale bræers utbredelse eller underlagets ubetydelige høideændringer. — At netop den del av storbræen der lå om bræaksen måtte holde sig længst, er også naturligt. Bræen er bygget op over fjeldet. Den drar til sig luftens fugtighet ikke blot ved sin avkølende virkning men også ved sin høide. Og med tilstrækkelig fugtighet holder en bræ sig selv i et temmelig mildt klima. Den stærke varmeutstråling, som de lave temperaturer, Nansen noterede på Grønlands indlandsis, gir et slående bevis for, hindrer fordampning og smeltning. Både på temperatur og nedbør virker som sagt bræens selvbestemmende i høi grad — og dermed er også git, at den norske storbræes avsmeltning

måtte følge dens egen oprindelige overflate næiere end man efter nuværende klimatiske forskjelligheter skulde tro. Men selv disse vilde, som tidligere utviklet, gøre det sandsynlig at en bræ, der lå tvers over Østlandet, ikke smeltede hurtigere av søndenfra end nordenfra.

Når man går ut fra en mere rasjonel opfatning av storbræernes fysik end en som er bygget på Alpernes lokale bræer, og tillike sætter sig ind i de sandsynlige klimatiske forhold under istidens slutning, viser det sig således ingenlunde uforklarligt, hvorledes en sådan beliggenhed av bræresten, som teorien om de opstemmede bræsjøer fordrer, kan ha fremkommet. Det er øiensynligt ikke «at sætte de naturlige forhold på hodet», som J. Melvin synes<sup>24</sup>). Storbræens egne mægtige forhold fordrer denne eiendommelige konsekvens.

Vi må her, som overalt hvor det er muligt, gøre den kontraprøve på om de resultater vi er komne til ved studiet av forholdene i Norge er rigtige, som ligger i sammenligningen med andre, tidligere isdækkede land. Vi får undersøke, om man finder eksempler andetsteds fra på en sådan beliggenhed av storbræaksen utenfor høideaksen. Et blik på kartet viser os, at analoge forhold vil man kunne søke i Britisk Columbia, Chile — Patagonien og på Nyzealand. På alle disse steder har man som på den skandinaviske halvø en høideakse, som ligger ut mot havet og mot den herskende havvind fra vest. Finder man nu her antydninger til at bræaksen har ligget indenfor, får vi et induktivt bevis for vore deduksjoners rigtighet. Ingen av disse egne er synderlig godt undersøkt. Men fra Brit. Columbia omtaler Dawson svære terrasser op til 1600 m. o. h., bak Kystbjergene, fra Sydamerika allerede Darwin fra Beagles reise høie terrasser på Cordilleras østside hvis dannelselse han tilskriver en tidligere tilsvarende havstand, således som han fra først av også gjorde med Parallel



roads i Lochaber, fra de nyzealandske Alper beretter en række forfattere om høie indlandsterrasser av op til over 1000 m. høide.<sup>23)</sup> Fra alle steder omtales disse med stor forbauselse, som yderst mærkværdige, så sandsynligheden for at man her har at gøre med andet end elvenes tidligere fyldninger er meget stor. For alle steder (undt. kanske Nyzeeland) har man, for at finde en forklaring, fra først av som for de norske og skotske setesjøers mærker tat sin tilflugt til at anta en tidligere umådelig høi havstand, hvorav alle øvrige mærker er forsvundne. — Den tegning som Melvin<sup>24)</sup> gengir efter Green: «High Alps of New-Zealand» av en «terrasse» fra Tasmandalen på Nyzeeland er direkte brukt av ham for at forklare dannelsen av Parallel roads som sidemoræner og ligner aldeles en sete med ca. 30 m. seteflate og 50° fot. Vor kontraprøve må derfor siges at bestyrke fuldstændig de resultater, studiet av de norske indlandsseter har ført os til, at bræakse og høideakse ikke behøver at følges. — —

En nødvendig følge av teorien om de opstemmede bræsjøer er, at en korrespondens i høide over havet må la sig påvise mellem de skar, hvori vandskillet overskrides, og seterne. Under mine senere undersøkelser har jeg også like overfor dette punkt stødt på adskillige vanskeligheter, som vistnok ikke endelig kan fjernes før sete-strøket foreligger kartlagt med høidekurver. Først da vil man kunne følge setelinjerne i detalj og påvise de forskjellige dalførers indbyrdes sammenhæng. En del av de av mig undersøkte høitliggende seter synes ganske vist at tyde på, at det ikke kan ha været noget fjeldskar som har dannet avløpet og bestemt nivået; de omkringliggende fjelde har neppe kunnet danne nogen sammenhengende strandbred. Men for hoveddalførene viser sammenhængen sig gennemgående. Seterne i Glomdalen og den over Jutulhuggets lave køl dermed sammenhengende Rendal stemmer med det dominerende

skar ved Rugelsjøen nord for Røros. Foldalen står i forbindelse med Opdal ved skaret ved Hjerkin, V. eller Ø. for Hjerkinhø. — A. Blytt og cand. real A. Dal har fulgt en række seter i Kakhellas dal på Sletfjeld, Langhø og Enstakahø i nivå med skaret mellem de sidste fjelde, hvorfra der «fører et meget bredt, temmelig dypt, nu omtrent tørt elvefar» ned til Einunda. For de nordligste dele av Brydalen, Værådalen og Tyldal synes også seterne at svare til de her vanskelig bestembare vandskil. Endelig har jeg for den anden hoveddal, Gudbrandsdalen kunnet påvise en god korrespondens mellem setehøide og vandskillet. I det nordligste av denne dal optræder der seter i to høider, hvorav en svarer til det høieste avløp, som betegnes ved sandmålerne langs Lesjeskogsvandet, den lavere til vandet selv — et forhold, der har sin analogi i Glomdalen. Sådanne mæle optræder mærkelig konstant ved vandskilskarene i dette strøk. Næsten overalt vil man finde dem, særlig ofte i form av egger, sandrygge, som bugter sig frem gennem skaret med sin længderetning efter dette. Høiderne varierer almindelig mellem 10 og 40 m., almindeligst kanskje en 15 m. Ofte omgives de på begge sider av små innsjøer eller myrhul, og i de større skar vil man jevnlig finde en hel række innsjøer forbundne med smale løp mellem disse egger. På amtskartet kan man f. ex. se sådanne op gennem Hådalen fra Røros av. De små holmer og næs i sjøen er gjennomgående slike sandrygge. Videre i Hodalen, ved jernbaneskaret ved Rugelsjøen o. s. v. Den længste sammenhengende ryg er kanskje «Langrena», som efter opmålingens specialkart går fra Grønkernsæteren i Kvikne 8 km. ret mot nord fra Ya over til Eina. Disse «morænerygge» kan på grund av sin længderetning ikke være endemoræner. Sidemoræner kan de for en del kanskje være, ofte vil de vistnok også være at sammenstille med svenske «åsar», hvis teori muligens kan vinde ny belysning ved

et nærmere studium av disse egger, som dog viser flere eiendommeligheter. Det er muligt, at man bør holde de egentlige skarprykkede åsar ut fra de flattoppedede, terrasse-lignende egger, skønt overgangen synes umærkelig. Begge har i det samme skar gennemgående omtrent ens høide, som om de var rester av et tidligere platå, hvori sjøerne og myrene og elvene var skåret ned. Begge består som regel av sand eller aur, ofte spækket med større blokke. Man kunde tænke sig dem dannet av storbræen, efter at den var smeltet av til bak vandskillet, idet den med sine morænerækker og den av elvene fremførte bundmorænes sand fyldte skaret. Den selv eller de elvegrene, som under bræsjøens stadige tiltagen i længde dannede avløp for denne, skulde så senere fulgt de stadig bugtende linjer, hvor erosjonen mødte mindst motstand i den ujevnt byggede bræterrase med dens indleiede morænerækker og — i likhet med en teori for de svenske åsars dannelse — de indre brævelves rullestenssenge. Herved skulde da de som regel grunde vandskilsvand være opståede, idet den rivende strøm dengang forhindrede opfyldningen. I trange skar vilde man da vente det meste av den oprindelige bræterrase revet bort, og kun i de bredere vilde stumper stå igen. Dette slår også efter min erfaring til. I de smale skar er blot fastere skarpbyggede morænerygge blevene stående igen, f. ex. i skaret over fra Brydalen til Glomdalen. Ved Lesjeskogsvandet kan derimot tydelige terrasserester følges over i den øverste setelinje, mens den nedre svarer til erosjonsfuren, hvori nu vandet ligger, og lignende forhold findes i de brede dalfører omkring Røros.

### 3. Seternes dannelse.

At seter i fast fjeld langs fjord- eller dalsider må skyldes en eroderende kraft, indrømmes vel av alle. Seten fortsetter som en vei langs fjeldet gjennom vekslende bergarter, gjennom lagenes strøk på langs og på tvers — uten at bergart og lagenes fald viser nogen væsentlig indflydelse.

At engseterne, hvor de i det ydre synes at bestå av bare løst materiale, har en ensartet oprindelse, har hidtil ikke været så almindelig indseet.

Imidlertid har de grundigste kendere av «strandlinjerne», Bravais, Chambers, Pettersen enstemmig og bestemt erklæret, at «strandlinjer» i fast fjeld vekslende med de «i løst terræng», uten bestemte overgange. Og selv kan jeg, med den erfaring mindst halvhundrede km.s marsj på seter gir, fuldt ut bekræfte, at dette uimodsigelig er tilfældet.

Selv om det kan indrømmes, at det løse material, som regnskyl og frost lidt efter lidt fører nedover til det stanses av havflaten og bearbeides av bølgeslag og strømsætningerne, at dette material her som overalt vil spille en væsentlig rolle ved strandlinjedannelsen, må vi derfor se os om efter en anden særskilt virkende faktor. Enhver almindelig forklaring for seternes dannelse må kunne omfatte både bergseter og engseterne. Strandvolde og terrasser må derimot holdes for sig. — Som tidligere nævnt er seternes bygning i alle væsentlige træk fuldstændig ens i det centrale Norge i seteregionen, som jeg i korthet har kaldt det, og ved fjordene. De virkende kræfter må i alt væsentlig ha været de samme og også indlandsseterne må tas med i forklaringen. Når man ved siden av dette tillige fastholder hovedtrækkene i fjordseternes utbredelsesforhold vil kanskje en kritik av de opstillede teorier for seternes dannelse bringe os til et sikkert

resultat, uten at det foreløbig blir nødvendigt at ta seternes høideforhold med i betraktningen.

Som bekendt har Sexe <sup>23)</sup> fremsat den teori, at seterne ikke var strandlinjer, men direkte skyldtes bræerosjonen. Det var den yderst vekslende høide over havet — således som min liste viser i høi grad også for de ny tilkomne fjordseter — som synes at gøre havnivået umuligt. Det er også klart, at sålænge man ikke har bragt nogen sammenheng frem mellem kystseternes høider var det like til uforklarligt, hvorfor havet på et punkt skulde sat et bredt mærke i 45 m. høide, et andet sted en halv mil fra, 50 m. men ikke spor ved 45 o. s. v. Nogen postglacial «mosaik-artet» dislokasjon av bitte små «sætstykker» synes også fuldstændig utelukket. — Det er unægtelig en meget vægtig indvending mot de gængse anskuelser, Sexe her fremholder, skønt løsningen allerede var git i tidligere undersøkelser, hvortil jeg skal komme tilbake. På den anden side er usandsynligheten av hans egen teori let påviselig. Allerede en kort setes, end sige de lengeres, regelmæssige flate synes uforenelig med bræbevægelsernes almindelig bugtede løp. Så stilles der den fordring til uavhengige bræer i to sammenstødende fjorde eller på hver sin side av en ø, at deres erosjonslinjer nøiagtig skal træffe sammen på næsets ytre spids, således som de i virkeligheten gør. Der indsees heller ikke nogen grund til at seterne i løst material skulde lægges op netop i nivå med de i fast fjeld, end sige da at denne rare erosjonslinje netop ofte skulde svare i høide til terrasserne. Idet hele er nødvendigheten av at inndra en vandflates nivå i forklaringen så selvindlysende, at neppe nogen senere har forsøkt uten det.

Der er en iagttagelse av Sexe, som har spillet adskillig rolle i diskussionen og som trænger til at sees noget nærmere på — det er at han fandt skuringsstriper i den berømte sete ved Osterfjorden <sup>24)</sup>. Trods

utstrakte efterforskninger kunde Sexes for glacialfænomener så opøvede øie ikke opdage de for brærosjons-teorien så nødvendige skuringsmærker uten på dette eneste sted — og de gik endda på skrå nedover i en vertikal seteryg. Når man vet, hvor let det som regel er i Norge, særlig nær havet, at finde skuringsstriper, hvor uforvitret fjeld træder frem, når man vet, hvor hyppig glattede, pole-rede flater er at se i ryggen av seterne i fast fjeld, er denne gennemgående mangel bevis nok mot Sexes teori. Bræerne måtte ha efterladt sine striper i større utstrækning i deres erosjonsfure. De skrå striper, fundne på et eneste punkt, forklares let nok ved et strandet isfjeld, som har skruet sig op mot seteryggen. — Jeg har selv i en indlandssetes ryg — på Fåstenen i Tønset, seet ikke alene ét sæt striper men to hinanden krydsende. Også her var det i en vertikal ryg og krydsningen skede ikke i forskjellig strøk, men i forskjellig fald. Fjeldflaten strøk omtrent N—S. Lagene faldt  $40^{\circ}$  i nordlig retning. Man havde et svakere sæt striper med omtrent  $10^{\circ}$  fald mot N. og et tydeligere med  $16-22^{\circ}$  mot S. Hvorledes disse skuringsmærker blir at forklare når en sammenhengende bræ skal ha sat dem, indser jeg ikke, derimot kan der let tænkes at indtræde varierende bevægelser hos sammenskruede isblokke med indfrossent grus. Striperne er heller ikke ført med storbræers sikre linjeføring, men noget famlende. Selve fjeldflaten havde den eiendommelige avglatning, polering, som Pettersen kalder det <sup>25)</sup>, som man så ofte træffer i seteryggen, men som oftest har en mere buklet overflate end bræskuringen gir.

J. Melvin har <sup>26)</sup> i 1885 søkt at forklare indlandsseterne i Lochaber og senere <sup>27)</sup> også de norske, som side-møræner, men søker at skaffe sig den nødvendige vandflate ved hjælp av de vandsamlinger, som stadig findes langs fladtliggende bræer. Det er ikke min mening påny

at opta den vidtløftige diskussjon om Parallel roads i Skotland, som jeg betragter som avsluttet sammen med den skandinaviske. Men for de norske kilometerlange, chaussémæssige seter falder forklaringen øiensynlig tvungen — end sige da for kystens engseter, som spænder sig mil efter mil på tvers av bræernes normale bevægelser. Disse kan desuten, som senere skal vises, ikke være dannet langs bræerne, da disse under deres dannelsesetid ikke nåede så langt ut. Den store rolle sidemoræner og midtmoræner har spillet i den glaciale diskussjon er også efter min mening en beklagelig følge av, at denne begyndte i Schweiz. De er et rent alpint fænomen, tilhørende de lokale bræer og nunatakkerne, ikke storbræerne. I Norge er de aldeles ikke almindelige. De fleste på Kjerulffs og Dahll's kart fra 1858—63 angivne, er bestemt seteterrasser. Når de virkelig findes kan de vel kanskje på avstand få en vis likhet med seter, men deres sterke fald og den gennemgående bygning som ryg, ikke som flate, skiller dem skarpt ut ved nærmere undersøkelse. — Det er imidlertid særlig sammenhængen mellem engseterne og bergseterne, som er like sikkert konstateret i seteregionen som ved fjordene, som er fuldstændig uforenelig med Melvins teori, der således må opgives som almindelig forklaring.

Samtlige andre teorier for de norske seters dannelselse går ut på, at de er dannet som strandlinjer ved en større vandflate. Men spørsmålet om, hvad der herved er den egentlig virkende kraft er ikke hermed løst. — Det ligger vel nærmest at tænke på brændingen. Til denne teori har særlig Lehmann sluttet sig, mindre bestemt Kjerulf og Mohn. Det er naturligvis usægtelig, at brændingen og bølgeslaget ved længere tids konstant nivå vil sætte et mærke i strandbredden. Men spørsmålet er for det første, om dette vil komme til at se ut som seterne, for det andet om man, som teorien fordrer, finder seterne stærkest ut-

dannet, hvor brændingen må ha virket stærkest. Begge spørgsmål må besvares benægtende.

Ved bergarter som let undergraves vil vi få høie lodrette styrtninger, havskrænter, *escarpments*, hvis form ikke svarer til det forholdsvis milde indhak seterne gør, også i temmelig flate ller. På langgrund kyst vil brændingen bygge op strandvolde. Det er som tidligere bemærket ikke altid let, især på afstand, at holde disse ute fra de brede engseter av løst materiale på de ytre øer. Men materialet i seterne er stadig finere end strandvoldenes strandsten. Hverken i fast fjeld eller i løst materiale har seten altså den form, som man vet brændingen frembringer. Mere avgørende er dog det andet faktum. Havbrændingens stærkeste mærker måtte man nødvendigvis søke især ut mot det åpne hav; men her findes seterne ikke. Der er kun én undtagelse fra denne regel, som kendes, den høitliggende strandlinje på Lekø. Og at stille den ene op mot de hundreder av kendte seter går ikke an. Også for den del av landet, mine undersøkelser omfatter, mangler seterne ut mot det åpne hav. Dette forhold kan ikke bortforklares, som skeet, ved at undersøkelsen ikke skulde være omfattende nok. Jeg har færdedes over store strækninger her mellem de yterste øer med adskillig øvelse i at opdage seter, men jeg har ikke seet andet end strandvolde med sine svære fjærestener og oftest så lave, at spørgsmålet, hvad der var gammelt og hvad der kunde være dannet under storme nu, var tvilsomt. Sete i fast fjeld har jeg på øernes ytterside ikke seet. Kommer man derimot lidt længere ind, og især på indersiden av øerne, optræder utvilsomme seter snart i mængde — et bestemt tegn på, at kraften har virket væsentlig indenfra fjorden, ikke utenfra havet.

Også det at indlandsseterne kan ha nået op til store sætigheter i de smale setesjøer i ofte trange dale taler mot, at brændingen her kan ha været hovedfaktoren. —



Følger man den norske kyst sydover søndenfor Jæderen, kommer man til en ofte skærgårdfri fjeldkyst, hvor seterne tilsyneladende ophører, trods terrasser i dalene viser, at havet har stået høiere her også. Selv om nøiere undersøkelser skulde påvise enkelte seter her, kan man dog derav, at den almindelige dampskibsled her går utenfor kysten, med sikkerhet slutte sig til, at de må være sjeldne på denne kyst, hvor dog også brændingen står voldsomt på. Ellers måtte de være blit opdagede. Vort kendskap til kystens utseende ut mot det åpne hav på den ene side og til seternes talrighet i vestlandske og nordlandske trange fjorde og sund på den anden side er fuldstændig tilstrækkelig til at fælde vor dom: Seternes geografiske utbredelse taler afgørende imot, at de væsentlig skyldes brændingen. Lokalt kan dette ha været tilfældet, men hovedfaktoren ved seternes dannelse må søkes andetsteds.

Det forhold, at seterne ophører i det sydlige Norge, har man søkt på forskjellig måte at benytte til belysning av forholdet ved deres dannelse. Det ligger naturligvis nær at tænke på klimatiske forhold. Men de høieste skælbanker i Båhuslän, i Romsdal og ved Tromsø viser ikke større faunistisk forskel end nu. Atlanterhavsstrømmen virkede da som nu, og sålænge har 'også den klimatiske forskel ved Norges kyst varieret så lidet med breddegraden, at denne forskel neppe kan ha utviklet den setedannende kraft utelukkende længere nord.

Når Lehmann <sup>28)</sup> omvendt antyder, at den sterkere nedbør i det sydlige Norge kan ha fjernet de allerede dannede seter, behøver en sådan teori neppe imøtegåelse. «Hvor det regner mest, d. v. s. på kyststrøket fra Stat til Lindesnæs, der har man (derfor) også fundet de færreste strandlinjer.» Det er ikke blot det, at min undersøkelse viser at netop det strøk i Norge, hvor nedbøren er størst, kysten på begge sider av Stat, er overordentlig rik

på strandlinjer, mens derimot den regnfattige Krístiania-fjord ikke har nogen tydelig. Men hvorledes det skulde ha gået til at en forskel av nogle mm. i nedbør visker ut 30—40 m. brede seter, mens samtidig istidens skuringsmærker både over og under seten, som dog ofte er mindre end 0.0001 av dette mål, holder sig så friske som fra igår, det formår ikke jeg at fatte.

Blytt har i en række avhandlinger<sup>29)</sup> gået ut fra, ut frostens sprængende kraft skal ha dannet strandlinjerne, idet den særlig fik betydning på beltet mellem flo og fjære eller op til hvor bølgespreiten nådde. Også mot denne teori kan man straks indvende, at frostens mærker utenfor seten måtte ha trådt tydeligere frem — de isskurede fjeldflater kunde ikke holdt sig så uforandret. Men der er flere ting, som taler mere direkte mot. Frostens sprængende virkning må, som også Blytt indrømmer, være størst under hyppige temperaturvekslinger — ikke under et fugtigt havklima, men under et kontinentalt. Seternes utbredelsesforhold taler mot denne teori. Inde i de dybe fjorde må klimatet altid ha været mere kontinentalt end i fjordmundingerne. Seterne skulde derfor findes flest og smukkest utviklet inde i fjorden. Det omvendte er tilfældet i utpræget grad. — Videre, både i Alten og Nordfjord, hvis regnmængde nu forholder sig som 1:4, er setedannelsen meget rik. At klimatet på disse to steder nogensinde skulde ha været væsentlig ens, at Nordfjord med sine 1500 m. høie fjeld like ut mot åpne Atlanterhavet nogensinde skulde havt andet end et fugtigt klima, synes lidet tro- ligt. —

Endvidere taler forholdet til terrasserne bestemt imot frostsprængningsteorier. Som allerede omtalt ser man ofte dal- førernes terrasser fortsættes som seter langs kysten. Terrassen må nødvendigvis betegne, at elven, i den tid havet stod ved

19 — Arkiv for Mathematik og Naturv. 14 B.

dette nivå, førte frem en ualmindelig masse materiale — eller at bræen selv har gått ut til fjorden og lagt op terrassen. Nu har det altid været gått ut fra, og med fuld grund, at jo mægtigere elver des mere materiale, og videre, jo mere nedbør des større elver. Det synes naturligt. Der kan indvendes, at de voldsomme vårflomme under et kontinentalt klima kunde føre uhyre masser ut. Men isåfald måtte materialet være flomgrus — ikke som terrasserne viser i regelen, fint sand eller endog ler. Hvis bræerne på den anden side gik ned til fjorden, er vistnok også et klima med stærkt nedbør git. Seten i Nordfjord går i ét med Nordfjordeids terrasse, som kun av en bræ kan være ført frem over Hornindalsvandets kolossale dyp. Og når en umådelig bræ har ligget så nær Atlanterhavet, kan klimatet umulig der være synderlig kontinentalt, nedbøren må ha været sterk. At frostens sprængende virkning under sterke temperaturvekslinger skulde ha gjort sig i særlig grad gældende her, er høist usandsynligt. Terrassen og dermed seten må tilhøre et fugtigt klima. — Man kan derimot søke en ny utvei — gennemsnitstemperaturen var så lav, at svingninger om frysepunktet ofte indtrådte. Også denne mulighet er vel udelukket ved, at den fauna, som den låvere setelinjes terrasser indeholder, såvel ved Tromsø som i det trondhjemske, viser et klima, som ikke var synderlig forskjellig fra det nuværende.

Og at frosten ikke sætter så sammenhengende mærker, som seterne er, i den nuværende strandlinje, som dog synes at ha været væsentlig uforandret i den historiske tid, synes at fremgå derav, at skuringsmærkerne har holdt sig så friske selv på skærene ute i havbrynet, hvor brændingen stadig slår over, og ligeledes inde i fjordene, i Kristianiafjorden f. ex., hvor både vandet og luften hver vinter stadig svinger om frysepunktet.

Der er flere ting, som kan anføres mot seternes op-

rindelse ved frostsprængning. En sådan vilde sandsynligvis ta ut en stor blok her, en mindre der, eftersom bergartens sprækker leverede dem. Seternes jevne bygning taler herimot. Bergarter med meget forskellig motstandskraft mot frosten måtte fremvise seter av ganske forskellig type, noget som dog er mindre fremtrædende. Trondhjemsseten går uforandret over fra «mild skifer» til protogingranit. Når seten svinger rundt et næs måtte lagenes forskellige fald i forhold til dagflaten få indvirkning på setens bredde. Seteryggens polering kan ikke skyldes frosten. Selv om bølgeslaget siden kan ha tiljevnet frostens ujevne hak, vilde man neppe derved få de ofte ganske tiljevnede og polerede flater.

Det er ikke min mening at påstå, at frosten ikke har nogen sprængende virkning ved strandlinjen. Likesåvist som bølgeslaget altid må ha virket med under dannelsen av en fjærelinje, like så sikkert er det naturligvis, at frosten kan sprænge ut fjeldstykker, som bølgeslaget siden kan føre bort. Jeg tror tvertimot, at for flere høifjeldslinjer, særlig i kvartsfjeldet hvor sprækkerne regelmæssig og let kløver lagene i kvadere, vil frosten gøre det muligt, at de øvrige ved strandlinjen virkende kræfter i kortere tid kan sætte sit mærke, og at på sådanne av frostsprængning forutberedte steder lokale seter kan danne sig under en temmelig kort varighet av vandstanden på et punkt. Og de ikke ganske sjeldne huledannelser, som optræder i seteryggen både i indlandet og ved kysten, er vel direkte at henføre hertil. Men — når seterne følges i det hele taget ens gennem alle bergarter, når den seige gneis og lerskifer har ensartede seter som sparagmit og kvartsit med kvadersprækker, synes dette agens at måtte være i det hele underordnet. Når terrasserne og deres fauna bestemt taler for et jevnt fugtigt (og for de lavere seter ikke særdeles koldt) klima, når seternes form i fast

fjeld og endnu mere i den almindeligste type, engseten, aldeles ikke stemmer med, hvad frostens sprængende virkning måtte frembringe. når frostsprængte seter ikke synes at dannes nogensteds i Norge nu, synes Blytts teori fra setedannelsen, frostsprængning under et kontinentalt klima, ikke at kunne opretholdes.

Flere av de mot denne teori fremførte grunde taler også mot at søke seternes årsak i en isfot, svarende til de arktiske landes. Denne vokser ved stranden, efter én opfatning, under vekslende flod og fjære og ved bølgespreiten og brækkes tilsidst av ved springflod og sneløsning, og fører da materiale med sig. Også her måtte den resulterende erosjonslinje få en ganske anden form, aldrig f. ex. bredder på op til 100 m., da en isfot, som «undertiden kan være flere m. bred» umulig kunde bryte sten ut så langt inde. Også her vilde den kendte, regelmæssige bygning være usandsynlig. Også her taler de lavere seters moderne terrassefauna mot arktisk klima. I setesjøerne virker ingen mærkbar flo, og desuten frøs de vel helt til om vinteren, uten at danne isfot. Og de ensartede bredder for bergseter og engseter vilde også ha vanskelighet. Den her givne opfatning af isfoten, der væsentlig skulde virke ved at «rive løs stene fra klippesiderne», er fremsat av H. Knutsen<sup>41)</sup>.

En meget forskjellig fremstilling gir H. W. Feilden og C. E. de Rance<sup>42)</sup> fra Nares's nordpolsekspedisjon: »Der gives intet interessantere punkt i den arktiske geologi end det, at der i Smiths sund findes en række strandlinjer i forskjellige høider, op til 200—300' på steder, hvor bølgeslaget umulig kan ha virket. Disse gamle strandlinjer holder sig bedst i bugter, viker og trange fjorde og dannes fremdeles. Subaerisk denudasjon fører her under den korte tætid løse masser ned i så kæmpemæssig målestok, at man ikke kan danne sig nogen forestilling om det uten at ha seet det.

Hele fjeldsiden blir i den korte mellemtid aldeles møttet med fugtighet, og så blir igen fugtighet og rindende vand i få timer forandret til is. Ved denne frostsprængning føres der da svære masser ned mot fjæren, ned på isfoten og længere endda. — Til næste sommer begynder solvarmen at virke, absorberes hurtig av disse grusmasser inde ved fjeldsiden. De smelter sig ned en grøft, hvor vandet fra oven og fra issmeltingen selv samles. Under lavt vand skaffer dette sig avløp gennem grøfter, det graver sig gennem isen foran, under flo strømmer havvandet ind gennem disse med adskillig voldsomhet, æter sig ind på fjeldsidens grus og ordner materialet. Under landets hævnning kunde da disse isfotsdannelser vise sig som hævede terrasser.»

«Isfoten i Smiths sund består i sin typiske form av en terrasse 50—100 m. bred mellem fjeldraslet (the scree) og vandkanten, idet bredden er omvendt proportional med landets steilhed.»

Det er ganske vist flere ting i denne beskrivelse, som stemmer med egenskaper hos vore strandlinjer, men 1) forfatterne siger selv, at disse terrasser under hævnningen ifølge netop de beskrevne naturforhold må bli stærkt ødelagte og væsentlig benyttes til at danne nye ved nuværende havstand, mens de norske terrane seter jo gennemgående beholder sin jevne overflate. 2) De beretter endvidere at isfoten uten undtagelse mangler på utsatte og fremspringende næs, hvor netop setedannelsen her er almindelig. 3) De lavere seter med sin fauna som nutidens kan ikke være dannet under så ekstreme temperaturforholde, som isfoten forlanger. Når nylig D. Pidgeon<sup>42)</sup> har søkt at benytte denne hypotese til forklaring av forskjellige eiendommeligheter ved «raised beaches» i Devonshire, fører han selv dette motbevis ved at berette om, at forskjellige sydlige mollusker levede under strandlinjens dannelse. 4) I indlandets setesjøer har man ingen mærkbar

flod og ebbe. Den faktor, som efter Nares-ekspedisjonens geologer virker mest til dannelselse av isfoten, det at nedglidende og faldende sne med lav temperatur falder i salt vand under  $0^{\circ}$  og så øieblikkelig danner is, kan jo heller ikke gælde for ferskvandssjøerne. 5) Mens den før nævnte teori om at isfoten skulde brække ut sten, ikke kan forklare engseterne, har denne omvendt vanskelighet med bergseterne, og selv om de begge tænkes gensidig utfylende hinanden, vilde man neppe få de jevne overgange mellem de to seter forklaret, heller ikke den aller almindeligste form, hvor der under engseten findes et subterrant indhak i fjeldet.

Ingen av de i den senere tid fremsatte teorier — iserosjon, sidemorændannelse, havbrænding, frostsprængning eller isfot gir os således nogen tilfredsstillende almindelig forklaring for de væsentlige eiendommeligheter i seternes form eller utbredelse. Spørsmålet blir da, om man ikke finder denne ved at vende tilbake til den allerførst opstillede teori. Keilhau uttaler <sup>43)</sup> i 1838. «Spørger man nu efter en Forklaring af dette Phænomen, da veed jeg ikke at svare Andet, end at Iis, ved Slutningen af hver Vinter uddrivende af Fjorden i en overordentlig lang Række af Aar, maa have bearbejdet Kysten dengang, da Landet i hiin Linie berørte Søspeilet.»

Den mand som dengang havde undersøkt på stedet de fleste seter, K. Pettersen, uttaler også i sin førsteopsats <sup>44)</sup> resultatet: «Strandlinierne er — — — udgravede ved Skuring af svømmende Kystis og Fjordis.»

Lad os se, hvorledes forholdene i naturen svarer til denne teori. Lad os først holde os til indlandsseterne. Man vil kanskje straks si, at her har man ikke nogen stærk strøm, som kan sette drivis ind på strandbredden. Men til gengæld har man så meget mere konstant drivis. Fra

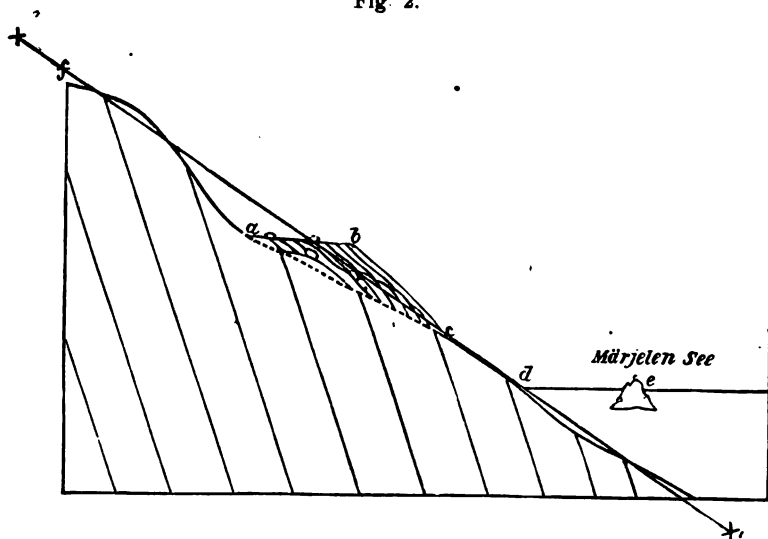
dambræen selv, fra sidedalenes bræer løsner der sig under bræbevægelsen stadig isstykker, og da disse som regel ikke kan bli ført ut det smale avløp, vil de i meget lang tid ligge og gnisse ind på bræsjøens bredder. At dette om-sider må sette mærke synes selvsagt. Dels fra bræerne selv, dels ved nedskyldning fra fjeldsiderne, ras, *landslips* à la Prestwichs<sup>45</sup>), dels ved frostsprængningen, dels fra brændingen vil den skurende is få redskap til at angripe fjeldet med, og den almindelige polering vilde følge med isgnidningen. Drivisen kan ha bragt de så almindelige blokke, som blir liggende igen i seteflaten. Men drivisen er naturligvis ikke alene om arbeidet; frosten hjelper til at skaffe skuringsmateriale, og — hvad der er væsentligere for setens dannelse — bølgeslaget steller med det av drivisen og den selv oplagte fjæremateriale, runder det av, sliper det til og danner tilsprang til lag i sanden. På de mere frem-springende, udsatte punkter får den ikke beholde noget av den finslepne sand, men i de fredeligere, langgrunde vikar, hvor brændingen ingen magt har — de flattere ligger, hvor efter min tidligere beskrivelse seten «viskes ut» — der av-lagres tildels endog ler i seten. Her kommer igen ikke drivisen så godt til, der blir ikke gjort så stort indhug i den faste fjeldgrund her som på de bratte fjeldsider eller på næssene, hvor en «næs-knæk» vil dannes. Overalt virker dog bølgeslaget med til at pudse på seten, arbeider på at frembringe den typiske form.

Som maa ser, vil en hel række eiendommeligheter ved seterne følge med nødvendighet av den forenede virksomhet av drivis og bølgeslag, således som denne må ha ytret sig i bræsjøerne. Drivisen har væsentlig eroderet og bølge-slaget lagt op fjære. Tilfældigvis har man i en endnu eksisterende bræsjø anledning til at studere dens strand-linje ved et så at kalde naturligt eksperiment i det store. Det er ved den berømte Merjelen-sjø i Schweiz. Denne



1.5 km. lange bræsjø avdømmes ved Schweiz's største skridjøkkel, Aletschgletscheren på den ene side og har sit regelmæssige avløp over et skar mot øst til Fiescherdalen — man har en bræddemmet setesjø. Men undertiden bryter dog vandet sig avløp gennem den spærrende bræ, sjøen tømmes delvis og strandlinjen lægges blot. Dette var skeet netop da Lyell var der i 1865, og han fik derved leilighed til at studere dens profil <sup>46</sup>). Fig. 2 gengir hans tegning

Fig. 2.



derav. Istedetfor hans beskrivelse kan man uforandret benytte den av mig i 1885 givne beskrivelse af den typiske østerdalske sete.

Sammenstilles de enkelte data i Lyells beskrivelse fra Merjelen, Høgboms fra fjeldet Drommen, min fra Østerdalens typiske sete og tillike K. Pettersens av Tromsøs kystlinjer, hvilke beskrivelser samtlige er utarbeidet fuldstændig uafhængig av hverandre, vil man kanske få det mest levende indtryk av, efter hvilken fast, let genkendelig type seterne overalt er bygget.

|                   | Lyell<br>(løst mate-<br>riale?) | Høgbom<br>(do.).               | Hansen<br>(typisk sete).                    | Pettersen<br>(væsentlig i<br>fast fjeld). |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|
| <b>Ryg:</b>       |                                 |                                |   |   |
| a) høide          | 2 m.<br>(efter teg-<br>ningen). | ?                              | 2—10 m.                                     | 3—10 m.                                   |
| b) faldvinkel     | 50—60°                          | 35° (?)                        | 40—90°<br>(steil—lod-<br>ret).              | 40—90°<br>(do.)                           |
| <b>Seteflate:</b> |                                 |                                |   |   |
| a) bredde         | 12—15 m.<br>(16 skridt).        | 10—20 m.<br>(12—20<br>skridt). | 10—20 m.                                    | 12—20 m.<br>(16—20<br>skridt).            |
| b) faldvinkel     | 5—15°                           | ?                              | 0—10°<br>(ingen til<br>svag held-<br>ning). | 0—10°<br>2—3 på 12—<br>20.                |
| <b>Fot:</b>       |                                 |                                |   |   |
| a) høide          | 10 m.                           | ?                              | 10—15 m.                                    | 7—15 m.<br>if. profilerne.                |
| b) faldvinkel     | 29°                             | ?                              | 20—38°                                      | ?   |

Når jeg av teoretiske grunde er kommet til det resultat, at de norske seter er dannet i opdæmmede bræsjøer og først bagefter opdager, at den beskrivelse jeg har git næsten ordret passer på det eneste kendte profil fra en sådan endnu eksisterende, kan jeg ikke undlade at betragte dette som en betydningsfuld og uventet bekræftigelse av min teori for seternes dannelse. — Der er kun på et par punkter lidt forskel i beskrivelserne. Lyell taler intet om et indhak i fast fjeld, han har ikke ved Merjelen havt nogen anledning til at følge engseten over i bergseten. Trækker man i hans profil linjen  $x-x^1$ , viser dog denne straks, at også her må under seten findes et subterrant indhak i selve fjeldet, således som jeg av mange forhold også ved de tilsyneladende løsmaterials-seter i Norge

måtte antage. At Lyells linje ac ikke er trukket på grundlav av iagttagelser antydes ved, at den tegnes streket. Jeg er sikker på, at den for de norske linjer vilde være at trække adskillig flatere, da også seterne i fast fjeld har omtrent samme ytre profil og man som nævnt undertiden ser fast fjeld stikke frem i ab. Den anden forskel i beskrivelsen er at Lyell siger, at sanden var lagdelt. Dette har jeg også undertiden iagttaget spor til, og da de terrasser som fortsættes i seterne også tildels viser lag, er kanskje dette ikke sjeldent tilfælde. Noget snit med så utpreget skrålagning, som Lyells figur viser, har jeg dog aldrig seet. — Lyell nævner uttrykkelig, at seten utvilsomt for en del består av stenstykker, som er strandet med miniatur-isfjelde (e i fig.), hvorav der uavbrudt løsnedes mange fra Aletschbræen. Han så flere av disse isbjerger drive på sjøen med indefrosne stene og mudder. Såvidt jeg ser, er man nødt til at ta sin tilflugt til deres virksomhet for at forklare erosjonen i fast fjeld, da som tidligere utviklet ingen av de andre faktorer gir nogen tilfredsstillende forklaring av bergsetens form og optræden. Og Lyells beskrivelse viser, at man ikke i bræsjørne vil ha nogen mangel på dette kraftige værktøi.

Går man så over til kystseterne, ligger der i selve deres ensartede bygning bevis nok for ensartet opprindelse. Man vil kanskje indvende, at dette redskap, drivisen, her i de åpne fjorde ikke vilde kunne findes i sådanne masser. Men til gengeld vil det her bli ført med større kraft, da foruten det sterkere bølgeslag tidevandsstrømmen vil sette drivisen med ganske anderledes kraft ind mot bredderne. Og at denne kraft har spillet en væsentlig rolle ved seternes dannelse har man tidlig været opmærksom på, da den gir en nærliggende forklaring på en del av eiendommelighetene i seternes utbredelse. I det sydøstlige Norge er forskjellen mellem flod og

fjære forsvindende, nogen stadig virkende tidevandsstrøm findes derfor ikke. Her vilde bræis og fjordis ved isløsningen, således som den sidste den dag i dag, temmelig hurtig drive tilhavs. Forholdene vil således ikke være syn-derlig gunstige for setedannelse — og man kender heller ingen sikre fra dette strok. Kommer man op forbi Jæderen, når springfloden efterhånden op til 1 m. — seterne begynder. Jeg har selv seet engseter på et par steder i Buknfjord, ved Nærland f. ex. Videre nordover tiltar tidevandsstrømmen stadig i styrke op til Tromsøkanten, og seterne tiltar i antal. Ved Tromsøkanten er strømmen så sterk, at den oftest vasker væk det meste av det løse materiale — seterne optræder mere almindelig i fast fjeld. I den enkelte fjord virker strømmen i størst styrke i sundene mellem de ytre øer, hvorigennem alt det vand, der skal fylde fjorden, presses, isen skrues voldsomt sammen — her når seterne sin største utvikling, Seternes masseoptræden i disse sund er formulert av Pettersen i hans anden sats <sup>47</sup>). «Strandlinierne vil derfor fortrinsvis være at søge på sådanne Steder, hvor sterk Strømsætning har rådet under Dannelses-tiden, — således langs trangere Sundløb eller langs sådanne Fjorde, der gjennom omhandlede Tid har dannet Dele af dengang til begge Ender åbne Sundløb.»

Der er såvidt jeg kender det kun et enkelt forhold, som kan synes at stride mot en gennemgående sammenheng mellem strømstyrke og setedannelse — det er, at seterne ofte optræder smukt utviklet i lang uavbrudt sammenheng inde i enkelte viker særlig med temmelig flate sider — f. ex. Gloppenfjorden i Nordfjord, Ørstenvik i Søndmør — hvor strømmen ikke synes at kunne havt nogen særlig magt. Disse seter er imidlertid gjennomgående temmelig brede engseter — i løst materiale. De vil nærmest være at samstille med de brede seter av fint material i bræsjørne; i de lune viker lastede den svækkede strøm netop av fint mate-

rial, og det må tilføies, at netop i disse fjorde munder forholdsvis store elve fra de brede dale. Bergseter, hvor isens eroderende virksomhed overveier bølgeslagets og strømsætningernes materialavlagrende virksomhet, synes derimot at være sjeldnere her.

I det hele er dog sammenhængen mellem seternes talrighed og strømstyrken for gennemgående til at kunne være tilfældig.

Det spørgsmål kan dernæst reises: har der været nok av erosjonsværktøiet — drivisen? Under de høie seters dannelsesetid viser terrassernes arktiske fauna, at isdannelsen da sikkerlig har været stærk. Dengang gik også bræerne ut i fjordene og skaffede selv små isfjelde, de store vilde ved sin ujevne størrelse neppe sætte mærke i bestemt nivå. Det er egentlig de utallige små isblokke, som overalt utgør isfjordenes væsentlige islevering, der vilde virke. Også mens de lavere seter dannedes nådde vistnok — som næsten endda — skridjøkler fjordene, der hvor disse seter findes — Statamterne, Tromsø, o. s. v. Men den klimatiske ændring behøvede vistnok ikke at være videre mærkbar, for at alene fjordisen vilde bli adskillig mægtig, så den vistnok «uddrivende gjennom Fjorden i en overordentlig lang Række af Aar» må ha sat sit mærke.

I Merjelen-øen havde vi et eksempel på en sete i en isfylt bræsjø under dannelse i overensstemmelse med drivisteorien. Ifølge K. Pettersen<sup>48)</sup> har vi i Salangen et eksempel, hvor anseelige masser av fjordis under «Isbrydningen sammenstues i trange Sundløb mellem Holmerne og presses tildels med stor Voldsomhed udefter, idet de herunder skure mod Holmernes fremspringende Bergvægge.» Som det synes har vi også her et eksempel på fjordseter under dannelse i overensstemmelse med drivisteorien. Ifølge Chalmers<sup>49)</sup> jager østenvinden i Chaleurbugten, Kanada, hver vinter og vår ismarker, isstykker og isbjerge ind mot kysten, hvor

de nivellerer en flate indover mellem høivandslinien og 3—5 m. lavere. Også Feilden og de Rance <sup>50)</sup> skildrer fra Smiths sund, hvorledes havisen virker kraftig skurende på kysten under storm og ved sin bevægelse op og ned med tidevandet. De fandt en småsten fastfrosset i et isstykke, hvis yterside fik og gav fuldstændig skuringslinjer — et positivt eksempel på, hvad jeg ovenfor hævdede den teoretiske mulighed av likeoverfor Sexes bræskuringsteori.

Om man behøver blot at se en del fotografier fra isfjordene på Grønland for at forstå, hvilke kolossale presninger der kan opstå i den drivende småis. Der er kraft nok.

De eneste eksempler som kendes på moderne setedannelse svarer således både for indlandsseterne og fjordseterne til den ældste av Keilhau opstillede teori, der også, som tidligere vist, er den eneste, som svarer til seternes utbredelse i Norge i det store, til deres form og til deres sammenhæng med terrasserne. Alle andre faktorer kan kun ha virket mere sekundært eller rent lokalt. Spørsålet om seternes dannelse må derfor betragtes som løst i overensstemmelse med drivisteorien, idet dog bølgeslagets stadige virkning på det materiale, som føres til stranden, ikke må tillægges for liten betydning.

---

#### 4. Høideforhold.

Det betydningsfuldeste resultat, studiet av strandlinjer kan bringe, er de vidnesbyrd deres høider over havet bærer om landets hævnning eller ændringer i havets nivå. Det er hermed litteraturen om de norske strandlinjer beskæftiger sig væsentligst. Det var om vattuminskningen Celsius og Linné åpnede debatten for snart halvandet hundrede år siden, og det er om betydningen av den relative forskyvning av strandlinjen den dreier sig den dag

idag. Det er under behandlingen av disse spørsmål alle geologiske lærebøker omtaler de gamle norske strandlinjer.

Disses videnskabelige historie viser et mærkeligt eksempel på, hvor fuldstændig en avgørende avhandling kan forsvinde i diskussjonen, og hvor fuldstændig forutfattede teorier kan hindre forståelsen av, hvad allerede den første uhildede iagttager har seet. I 1838 utførte Bravais som deltager i «Voyages de la commission scientifique du nord en Scandinavie, en Laponie etc.» for første gang utstrakte målinger av seter. Det var de berømte linjer Alten—Hammerfest. Målingerne utførtes oiensynlig omhyggelig, med kviksolvbarometer. De viste den bekendte stigning av to linjer indover fjorden. «Freilich bleibt zu beklagen, dass ihm die geologische Bildung fehlte; wie viel gewinnreicher mussten seine Forschungen sonst ausgefallen sein,» bemærker R. Lehmann <sup>51)</sup>, vi skal se med hvilken ret.

Allerede 1848 uttaler R. Chambers *the utter scepticism* om denne stigning. For fremdeles at tale med Lehmann, han påviste «die Widersprüche, die Willkürlichkeiten und Unwahrscheinlichkeiten» hos Bravais. Og senere synes teorien om linjernes horisontalitet at være bleven den almindelig herskende. Th. Kjerulf <sup>52)</sup> siger 1878: «Man har søgt sigtende til forskellige oiemed at bringe strandlinjernes horisontale løp i tvil.» «Men der kan ikke utbringes nogen skråhet ved terrassernes beliggenhed.» Samtidig viser hans kart over terrasserne, hvis sammenhæng med «strandlinjerne» han bestemt hævder, hvorledes disse med stor regelmæssighet avtar i hoide utover fjorden. — H. Mohn <sup>53)</sup> (1877) taler om seternes «bestemte gruppering i nivåer.» Af disse opstiller han ikke mindre end 5 i hoiderne mellem 20 og 70 m., inden hvilke der tildels findes avvikelser op til 5.5 m., mens den gennemsnitlige afstand mellem dem kun et 4.7 m. Inden de fleste av disse «nivåer» viser hans egne tal, at de laveste linjer gennemgående

ligger yderst. — K. Pettersen indrømmer, «at der trods han gik til undersøkelserne med en personlig stærkt fæstnet overbevisning i modsat retning» dog «oftere følte sig ikke lidet tilskyndet til at tillæge Bravais slutning en mere reel betydning.» Men de skal være horisontale, det må være forskellige linjer — trods han har fulgt flere linjer så godt som uavbrudt fra vest mot øst i stigning. — R. Lehmann<sup>54)</sup> fulgte i 1880 en linje på Valderø fra 23.4 m. hoide til 28.1 m. i stigning østover. Men enten måtte barometret lyve, eller så var der flere linjer, skønt det «an Ort und Stelle» syntes at være den samme. Horisontale bør linjerne nemlig være ifølge hans «geologische Bildung». — Og lærebøgerne måtte naturligvis ifølge disse senere, tilsyneladende enstemmige undersøkelser underkende Bravais' skrå linjer. Først de Geer<sup>\*)</sup> tar i 1890 hans målinger i forsvar.<sup>55)</sup>

Nu er det det mærkelige, at R. Chambers<sup>56)</sup> selv allerede i 1850 i den meget utbredte «Edinb. new philosophical journal» Vol. 48 fuldstændig har bekræftet Bravais' målinger. Trods Kjerulf nævner at Chambers har undersøkt linjerne i Alten, og trods Lyell<sup>57)</sup> «Principles of Geology» uttrykkelig siger, at hans resultater stemmer med Bravais',<sup>\*\*)</sup> er dog dette fuldstændig faldt ut av debatten, som imotsat fald nødvendigvis måtte få et andet utfald. — Chambers's

\*) Gerard de Geer har i de sidste år beskæftiget sig med flere av de spørgsmål, som mine strandlinje-studier har ført mig ind på. Det har hendt mig jevnlig, at jeg i disse avhandlinger fandt teorier fremsat, som jeg allerede tidligere var kommen til men i høiden havde omtalt i et par foredrag i «Naturhistorisk forening». Den videnskabelige prioritet har naturligvis liden betydning i sådanne tilfælde. Det væsentlige ligger deri, at to fuldstændig uafhængig arbeidende geologer fra tildels forskellige forudsætninger kommer til så overensstemmende resultater i hovedspørsmål i Skandinaviens postglaciale historie.

\*\*) Lehmann har været opmærksom på dette, men har ikke kunnet få fat i Chambers Tracings of N. of Europe. Originalopsatsen vilde med lethed været at finde ved hjælp av R. Societys Catalogue of Scient Papersific.



resultater er nemlig fuldstændig uangripelige. Trods Lehmann «neppe tror at Ch. skulde ha. ganske opgit sine meget forstandige indvendinger mot Bravais» erklærer han sig dog «completely convinced» at der virkelig findes to sammenhængende erosjonslinjer, og at disse skrår utover. Han har fulgt dem i sammenheng lange strækninger og målte dem på 18 steder mellem Hammerfest og Korsfjorden (ca. 40 km.). Målingerne skede ved nivellement med assistance av en civilingeniør, og er angivne i 0.01 fod. Også ved direkte sigt tversover et sund mot forskjellige steder av en uavbrudt sete, fandt han «unquestionable proof of a continuous rise of the upper line.» Efter dette skulde vel de mest trofaste tilhængere av horisontalitetetsdoktrinen ikke kunne fastholde den mere — i hvert fald for Altens vedkommende.

Det kan ikke nytte her rent aritmetisk at sammenknytte de enkelte målinger til f. eks. 5 nivåer. Det er klart, at den geografiske beliggenhet må tages i betraktning for at finde naturloven i seternes høideforhold.

For at få en rasjonel grafisk fremstilling av disse, har jeg fulgt følgende fremgangsmåte. På kartet — jeg har overalt benyttet amtskarterne 1 : 200 000 — har jeg avmærket de målte punkter av seterne og anført høiden. Dernæst har jeg såvidt gorligt forenet de like høie seter med foreløbig trukne linjer — trukket isoanabaserne, som de Geer kalder det <sup>58)</sup>. Disse viser sig for det enkelte strøk at være nogenlunde parallele og er således også parallele med seteflatens skæringslinje med havflaten. Normalen på disse isoanabaser — gradientlinjen, betegner setehøidernes fald utover. For at få et profil projiceres de fundne seters beliggenhet — parallel med isoanabaserne altså — på gradienten og på denne som absciss' avsettes de fundne setehøider. I pl. I har jeg git et kart over Nordfjords seter i den halve målestok av amtskartet. Isoana-

baserne går her omtrent N—S., gradienter blir altså V—O. På en linje  $\neq$  den sidste nedfælder jeg seternes beliggenhet og avsetter den målte setehøide som ordinat Sete nr. 54 f. eks. får sin beliggenhet i forhold til de andre linjer i retningen V—O., gradientretningen, angit ved at projiceres ned fra det målte sted ned mellem 53 og 55. Avstanden kan avlæses i målestokken 1 : 400 000. I nedfældningslinjen avsettes så høiden 42 m., her i målestok 1 : 2000, således at 1 mm. repræsenterer 2 m. På denne måte får man rent geometrisk frem setehøidernes avhengighed av deres beliggenhet og profilet for deres fald utover i gradientretningen. Bekvemmost og mest direkte har jeg fundet det at utføre profilet ved at lægge et gennemsigtigt rutepapir over kartet, orientere den ene linjeretning efter de angivne høider, således at isoanabaserne følger denne retning, så ved hjælp av disse linjer nedfælde seterne på en av de derpå perpendikulære linjer som absciss og så benytte de førstnævnte linjer til at finde ordinaternes (høidernes) størrelse. De nivellerede setehøider, som må tillægges særlig vægt, har jeg i profilet avsat som  $\odot$ , de ved sigt bestemte som  $\bullet$ , de terrassehøider jeg har kendt som  $\circ$ . Som man ser er hele fremgangsmåten ved profilets fremstilling så at sige rent mekanisk. Jeg finder i min reisedagbok de nivellerede høider eller sekstant-sigtets avstand og vinkel, regner høiden ut ved logaritmer eller tangent-tabel, finder ved hjælp av rutepapiret den ene koordinat og avsetter derefter høiden som den anden. — Det grafiske billede kommer fuldt frem uten nogen mellemkommende teori.

Så først kommer spørsmålet om sammenhængen mellem de avsatte høider. Hvis denne var i overensstemmelse med dogmet om de horisontale linjer, vilde man øieblikkelig kunne avlæse nivåerne ved rutepapirets linjer. Hvis høiderne var uavhengig av beliggenheden vilde man få mærker f. eks.

for 40 m. høiden både inde og ute og den kombinerende linje springe tydelig frem. Lad os se, hvorledes dette passer på Altenprofilen (se pl. B. og liste nr. 1, hvor de på profilet givne nr. henføres til stedsnavnene). Gradienten er i overensstemmelse med Chambers's angivelse trukken N 11° V. Det enkle grafiske billede synes mig øieblikkelig at måtte bringe en til at opgi ethvert forsøk på at finde «nivåerne» (5?). Mærkerne forenes uvilkårlig for øiet ved de her trukne to linjer, som i hvertfald så langt Chambers' nivellering strækker sig ikke kan misforståes. Avvikelsen er for de noiagtig målte høider kun ved to målinger så stor som 2 m. Bravais' slutning, at man har to væsentlige, stadig indover stigende linjer, den øvre med større stigningsvinkel, må således anerkendes som et ubestrideligt faktum. Når han derimot kommer til det resultat, at stigningen ikke er jevn, men svakere i den ytre del, kommer det øiensynlig derav, at han i sit profil har fulgt fjorden, der gaar i en vinkel, i stedet for at projicere på gradienten, noget, som allerede Chambers har gjort opmærksom på. — Chambers søker at redde så meget som muligt av sin teori om de ensartede nivåer ved at hævde, at hele dette strøk på over 40 g. m. utgør «a disturbed portion». Det skulde med «en overraskende regelmæssig bevægelse» ha sunket på den ene side 18 m. og hævet sig 29 m. på den anden side av en akse, som skulde ligge i det almindelige urørte nivå. Hvorledes dette kan forenes med, at de to linjer danner en vinkel med hinanden, at én fælles vinkelbevægelse således ikke kan ha fundet sted, oplyser Chambers intet om. Stykket måtte i hvert fald ha dreiet sig to gange — og den nedre linje være dannet i mellemtiden.

Følger vi kysten sydover fra Alten forstår vi straks, hvorfor opmærksomheten i Tromsø stift har fæstet sig så bestemt ved to almindelige utbredte nivåer. Skibsleden går nemlig i det væsentlige parallel med isoanabaserne; man

skærer altså de to skrå setepaner i nogenlædes ens høide. Vi kommer imidlertid snart ind i det av K. Pettersen så nøiagtig undersøkte Tromsø amt — og får atter anledning til at prøve vort rutepapir. Gradientens retning er tydelig NV.—SO. og vi får profilet nr. 7. — Billedet er her mere indviklet end i Alten. Havde man ikke Pettersens omhyggelige nivellering og oplyste han ikke på nogle steder uttrykkelig om, at der findes to høie linjer i kort afstand, vilde man være fristet til at slå de øverste kryds sammen til én linje i likhet med Alten. Imidlertid viser det sig, at de herved bestemte linjer med undtagelse av et eneste sted (Nr. 1, Seihul) med rent forsvindende avvikelser føier sig ind i disse 3 linjer. Ved at se en saadan grafisk fremstilling tror jeg, at Pettersen vilde ha opgit sine betænkeligheder likeoverfor Bravais' slutninger. — Profilet indeholder foruten Pettersens nivelleringer, også de av Mohn gjorte sekstantmålinger. For en del viser de ganske god overensstemmelse med de først nævnte, men for en del tilhører de et sydligere strøk, hvis høider vistnok ikke med rette er projicerede på gradienten på Tromsø. Isoanabaserne har her sikkerlig trukket sig længere ut.

Længere syd havde man tidligere kun fra Trondhjemsfjorden et lidt usikkert profil. Det synes at vise et stærkere fald, noget som stemmer med et efter terrassehøiderne opkonstrueret profil.

Ved de målinger jeg i sommeren 1888 og 1889 gjorde i Romsdals og N. Bergenhus amter er det blit muligt at få profilerne også fra disse landsdele. Fra Romsdalsfjorden (inkl. Sundalsfjorden) har jeg på grund av instrumentets dårlighed noget usikre målinger. Trods dette synes dog de to setelinjer at fremtræde med ønskelig klarhet. Også fra Søndmør gælder det samme, for Nordfjords vedkommende synes den nedre linje lidet fremtrædende. Dette hænger naturlig sammen med

sekstantmålingens art, da på de lange afstande kun den øvre linje træder skarpt frem hos de almindeligste seter, engseterne, og de lavere ikke kan utskilles i det dyrkede lände. Fra kortere afstand har jeg dog på mange steder noteret: lavere linje såes i omtrent 40 % høide, « $\frac{1}{3}$  høide» o. s. v. I det hele er dog rimeligvis den lavere linje som sete stærkere utviklet væsentlig i selve de strømmende sund ute ved fjordens ytre del, mens til- like et smukt utpræget terrassetrin optræder i det tilsvarende nivå ved fjordbunden. Dette viser sig, trods de lavere terrasser ikke er opmålt så nøie som de øverste, at være gennemgående ved disse vestlandske profiler. Søndfjord strækker sig ikke så dypt ind som nabofjordene; setene når derfor ikke stor høide, og faldvinkelen synes mærkværdig mindre end disse. To linjer træder frem. Sogn er i det hele taget hellere fattigt på seter. De på profilet trukne 2 linjer forener dog ganske smukt de kendte setehøider og synes sikre. For samtlige de av mig givne mål gir observasjonsmetodens unøiagtighet et vist spillerum for hvorledes de kombinerende linjer blir at trække. Oftest vil dog valget være utvilsomt, og det taler godt for, at sekstanten dog i det hele er meget brukbar, det faktum, at jo tettere målene falder, des bedre træder linjerne frem. Til de utenfor disse faldende høidemål, som væsentlig består av terrassehøider, skal jeg senere komme tilbake. En sammenligning av samtlige profiler, de nordenfjeldske og mine, viser imidlertid en så utvilsom overensstemmelse, at man med fuld sikkerhed kan sige, at de kendte setehøider ved Norges kyst på forholdsvis få undtagelser nær overalt samler sig til 2 sammenhengende linjer og at disse linjer overalt stiger ind mot landets indre, den lavere svakere. Landet har altså steget stærkest nær dets akse og stigningen avtar ut mot havet og synes at forsvinde

ved en linje, som mer eller mindre nær følger den ytre kyststrand. Den tidligere betragtning, ifølge hvilken landet har steget ret op som én solid landplate, og at seterne således måtte søkes forenet i bestemte nivåer, må ansees for endelig motbevist ved disse fra 8 forskjellige fjorde hentede profiler. —

Også indlandsseterne har ved en nærmere undersøkelse vist sig at være skrå, i motsætning til, hvad jeg i min tidligere opsats hævdede. Mine undersøkelser av disse begyndte uheldigvis i strøket Røros—Lilleelvdalen, hvor seterne i en utstrækning av over 90 km. syntes at ligge nøiagtig i nivået 662 m. over havet og i en retning, hvor man ikke skulde ventet, at isoanabaserne kunde gå. Jeg blev derved utsat for samme feiltagelse som de tidligere kystsetemålinger langs seilleden havde medført. Jeg reiste langs en isoanabas og blev derved bupden i teorien om linjernes horisontalitet. Denne falske teori medførte, at jeg på mange steder vendte tilbake fra måleforsøk uten resultat. Jeg så en setelinje fra dalbunden, og gik opover lien for at finde dens høide, men kom blot til resultatet «ikke tydelig på stedet», da jeg forgæves søkte efter i skoglien i den antagne høide. Havde jeg gått 20—50 m. høiere, vilde på mange steder usikkerheden vistnok blevet ophævet, og resultatet av mine undersøkelser blit rikere. — Mine forrige fortegnelser over seter omfatter dog allerede en sete fra Glomdalen med større høide end de antagne 660—662 m., nemlig seten ved Hanestad, hvis fundne høide jeg angav til 971? et spørsmåls-tegn, som ikke er at henføre til målin ens art, men til resultatets avvikelse fra det normale. En senere måling gav 676 m. Her er dalen svinget av fra den SSV.retning, isoanabasen synes at følge, og ved Atna fandt jeg videre høiden 689 m. på Kolsjøbjerget. På den geografiske opmålings specialkart står på vestsiden av Atneglopen midt i fjeld-

væggen høiden 694 tilsynelagende uten nogen særskilt årsak; man blir fristet til at tro, at en ualmindelig smuk seteflate har bragt landmåleren til at notere høiden. I Glomdalen fremtræder således efter mine senere målinger utvilsomt en stigning mot OSO. — Følger man Rendalens grene sydover finder vi — muligvis i forbindelse med Glomdalen, da kølen mellem dem ved Jutulhugget ikke er over 640 m. — høiderne Brydal 660, Finstadkletten 666, Tyldal 666, Hanestadkølen 672, mens mine sydligere målinger viser en mærkværdig svak stigning, Kværnesvolen 671, Akre 673. Efter analogi med Glomdalen skulde man ha ventet en 10—20 m. mere. — Følger man Tunnas dal nedover mot SO. fra skaret over til Kvikne, ca. 710 m., har man 721, 730, 736, 737, — I Foldalen har man en lignende stigning 754, 760, 762.

I følge H. Reusch<sup>59)</sup> skulde imidlertid i Gudbrandsdalen det omvendte finde sted, en heldning sydover. Han opstiller følgende række:

- 1) Loraelvns terrasse, sigt fra veien ved Holset 667 m.
- 2) Bølien, efter sigt høiere end veien i dalsnevringen ved Lesjevandets ø 651 m.
- 3) Linjen syd for Domås 640 m.
- 4) Musa terrasse, sigt fra veien syd for Urå — like nord for Jetdalen hos mig — 581 m.

Også mine målinger, der gik ut fra den almindelig antagne høide for vandskilsvandet, Lesjeskogsvandet, av 624 m. og av Domås meteorologiske stasjon 643.2, som opgivet i institutets Jahrbuch, kunde fra først av ikke bringe nogen sammenhæng i høideforholdene. Det faldt mig da ind, at utgangspunktene kunne være feilagtige. Gennem chef for jernbaneundersøkelserne, hr. Lysgård, fik jeg så en kopi av jernbaneundersøkelsens profil i nærheten av vandskillet. Det viste sig da, at efter dette (kikkertnivellement) lå Lesjeskogsvandet ikke mere end 616 m. De målinger jeg havde med utgangspunkt derfra var altså 8 m. for høie.

Ved at sammenligne mine barometermålinger fra dette vand og fra to—tre andre steder, hvor jeg kunde benytte jernbaneprofilen til sammenligning — målinger gjort under ualmindelig rolige veirforholde — lot det derimot til, at Domås høide var angivet 11 m. for lavt. Veinivellementet (vandrer) viser sig således aldeles ikke at stemme med jernbaneundersøkelsens — og de relative høidemål fra vandskil og fra Domås blev altså at rette med hele 19 m. Ut fra disse forutsætninger blev resultatet av mine målinger således som liste og profil viser. Anvendes samme korreksjon for Reusch's målinger får vi:

ad 1) 659 m. Dette mål må vistnok allikevel være for høit. Holsets projekterede jernbanestasjon ligger nemlig kun 616 m) over havet og linjen ligger her like ved veien i en temmelig flat skråning. Lora terrasse skulde altså ikke være mange meter høiere. Mit sight på Loras terrasse gjordes fra Rise, i hvis nærhet jernbanen har 620 m. Efter mine barometermålinger av sigtepunktet er Loras terrasse 633 m. Reusch's mål må altså reduceres betydeligt f. ex. mindst til 640 m.

ad 2) veien ved dalsnevringen stemmer bra med mine mål 651 m.

ad 3) linjen syd for Domås må altså ansættes 11 m. høiere, 651 m.

ad 4) Musa terrasse ligger like ned for de av mig på stedet målte terrasser i Jetdalen. Det er her øiensynlig en av de lavere terrasser Reusch har målt, Jeg fandt her seter — tildels med overmåde stor bredde og med terrassegignende fortsættelse i høiderne 672 og 702 m., ja ved at fortsætte ind til Jondalen finder man endog en tilsyneladende horisontal dalfylldning i høiden 717 m. Denne måling av Reusch må derfor enten utgå eller erstattes av ca. 670 m.



Som man ser blir resultatet snudd om, heldingen blir mot NV., mot dalen. — Det samlede resultat for samtlige indlandsseter viser således bestemt, at seternes stigning ind fra kysten fortsætter ind over vandskillet ind mot bræskillet. Fornyede undersøkelsers nivellering i tilslutning til jernbaneprofilene trænges imidlertid i høi grad for at bringe disse høidemålinger til en sikrere avslutning end jeg har kunnet gøre i nogle få uker ved barometermåling med usikre utgangspunkter — og hindret av den samme falske horisontalteori, som så længe har stått iveien for en rigtig opfatning av kystlinjernes høideforhold. Men allerede med de mangelfulde målinger, som her er samlet fra det sydlige Norge — kyst og indland — sammenstillet med de nøiagtigere fra det nordlige, må hovedtrækkene være uimodsigelig fastslået. Påstanden om, at de gamle strandlinjer i Norge er horisontale, må endelig være bragt ut av diskussjonen. De skrår regelmæssig ind fra havet.

---

### 5. Årsaken til linjernes skråhed.

Vi får så til opgave at påvise årsaken til linjernes skråhed, en opgave, der for en stor del falder sammen med de tidligere forsøk på at bringe de forskjellige nivåer i sammenheng.

Selve de her gengivne profiler viser, at vi med en gang kan sette ut av betraktning de ældre teorier om en gradvis stigning av havet ved polerne av planetariske grunde, avtagen av stjernedagens længde eller, efter Adhémar, en flytning av jordens tyngdepunkt ved en svær iskappe over

polarstrøket. Thi selv om man vil indrømme Suess, som forresten ikke gir nogen bestemt forklaring av fænomenet, at den regel gjelder — rigtignok med mistænkelig mange undtagelser — at de negative bevægelser av strandlinjen har overvægten under de høiere breddegrader, de positive under de lave, så gjelder jo netop det omvendt for de norske linjer. Mens isoanabaserne på hele kysten fra 59—71° går henimot N—S. i stedet for V—O., stiger linjerne i de enkelte fjorde helt ned til Stat (62°) sydover. Og stigningen når de høieste tal netop i det sydlige Norge. Isoanabaserne slutter sig øiensynlig i det hele så nøie til kystlinjen, gradienterne svinger så skarpt rundt Stat f. ex., at enhver planetarisk forklaring er utelukket. — Man kan ikke slutte sig med Suess til, at dette kan være en ren lokal avvikelse fra den almindelige regel, for det er jo netop fra denne  $\frac{1}{8}$  av meridiankvadranten de fleste beviser søkes hentet. De tal, som anføres fra Nordamerika til støtte for en tiltagning i negativ strandlinjeforskyvning nordover, er meget tvilsomme. Ved Lorenbugten stiger de marine terrasser nærmere fra O—V., og ved Hudsonsstrædet ligger de igen lavere end lenger syd. Naresekspedisjonens geologer nævner ikke egentlige strandlinjer over 2—300'. Og hvad de sydligere strøk angår, har Suess selv vist, på hvor usikre og motstridende data man har søkt at bygge. Strandlinjerne i Skandinavien likesåvel som på det nordamerikanske fastland taler bestemt mot en tiltagende almindelig stigning nordover, og de derav utledede teorier og deres konsekvenser lar sig ikke fastholde. \*)

I sit værk *Anlitz der Erde* B. 2 har Suess søkt at forklare de i forskjellige høider optrædende seter ved kysten som dannet i overensstemmelse med indlandsseterne, i fjorde

---

\*) Sml. Croll, Pratt, Heat, Thomson, Woodward.

og bugte, som var spærret av de store bræer. Til denne teori blev jeg også oprindelig ledet ved mine undersøkelser av de østerdalske seter (1885). Den gir en utvungen forklaring av, hvorledes der — i overensstemmelse med grønlandske forhold — i samme fjord samtidig kan dannes seter i meget forskjellig høide, likeså til det, at seterne øiensynlig optræder smukkeste i de dele av landet, som er sønderskåret ved tverdaler og sund, hvor således avspærrede fjorde kunde ventes i størst utstrækning. Endvidere syntes den at kaste lys over det forhold, at de nordlandske eid så ofte svarer i høide til strandlinjerne, de skulde da ha dannet avløp for det avspærrede vand og bestemt setehøiden. Den fuldstændige overensstemmelse i bygning av indlandsseterne og kystseterne taler også stærkt for en fuldstændig overensstemmelse i oprindelse. — En nøiere undersøkelse av kystseterne viste mig dog snart, at denne teori kanskje kunde gælde for enkelte seter, men at den for kystsetedannelsen i det store taget var absolut utilstrækkelig. Først og fremst synes det nødvendigt, at disse avstængte fjorde må ha havt et ved et skar eller eid bestemt nivå for at kunne få skåret ut op til 100 m. brede seter. Et nivå bestemt ved bare den variable bræ kunde ikke være nok. Og sådanne skar viste det sig straks umuligt at skaffe frem — særlig da der regelmæssig optræder to linjer. Hvorfor der netop skulde være to, kan teorien heller ikke gi nogen forklaring for. Og så er det det, at linjerne bugter sig ut og ind fjorden, uten hensyn til de steder, hvor man skulde vente den spærrende bræ. Et fortrinligt bevis for, hvor umuligt det er at skaffe tilveie de nødvendige dambræer har K. Pettersen, der i sit sidste arbeide <sup>60)</sup> sluttete sig til teorien, leveret fra den egn han kendte ut og ind, Tromsø amt. For at få istand en sjø til Ulfsfjordlinjen må han opkonstruere en 34 km. lang yderlig smal isbræ, parallel med seten. For at få dannet seterne ved Skårliodden må han

skaffe sig en tverbræ fra Kvalø. Her «findes der vistnok ingen stærkere utpræget dal, som den kunde komme fra, men da Kvalø her består av lavt (!) bakket land, kan de orografiske forhold ikke ansees som en avgørende hindring for en sådan forutsætning.» Fjorden er her 348 m. dyp! Og det er lokale bræer Pettersen må nøie sig med, da han selv ved sine blokflytningsstudier har bevist, at indlandsisens bræer på den tid seterne dannedes såvidt nåede frem til de inderste fjordbunde. —

Det avgørende argument mot Suess' teori er dog den regelmæssige, uavbrudte stigning indover fjorden, således som Bravais—Chambers allerede havde påvist, og som vel herefter ikke længere kan benægtes. Sålange man ikke havde fået sammenheng mellem de yderst vekslende høidemål, måtte man med Sexe og Suess lete både oppe og nede efter lokale forklaringsgrunde, men såsnart man finder, at de enkelte setehøider samles regelmæssig i to næsten rette, svagt skrånende linjer, kan man ikke undgå at henføre dem til en sammenhengende vandflate. De er virkelige strandlinjer, som rigtignok ligger i plan, som skærer det nuværende havnivå med små vinkler. —

Penck <sup>61)</sup> har søkt at forklare strandlinjernes negative forskyvning i de tidligere isdækkede lande ved isens tiltrækning. Det er en stor række fænomener, som fra de forskjellige kanter føier sig ind under teorien kvalitativt, et godt bevis for, at der ligger noget faktisk under. Som man ser, stemmer forholdene i Norge både ved kysten og i indlandet fuldstændig med den, forsåvidt seternes stigningsretning ind mot storbræens akse overalt passer. Imidlertid har E. Drygalski <sup>62)</sup>, H. Hergesell <sup>63)</sup> og R. S. Woodward <sup>64)</sup> uavhengig av hverandre ved en matematisk-fysisk behandling av problemet på en uimotsigelig måte påvist, hvor aldeles utilstrækkelig isens tiltrækning er kvantitativt. Under de gunstigste omstændigheter og alle faktorer

medberegret vilde havets nivå ved den nordeuropæiske storbræns kant kun hæves 6 m. ifølge Drygalsky, 4 m. ifølge Hergesell, mens der skal gøres regning for 200 m. Så vidtløftige matematiske beregninger skulde neppe synes nødvendige for at påvise det umulige i istiltrækningsteorien. Virkningen må efter seternes vidnesbyrd ha strakt sig ut over henimot 200 km. på en tid, da indlandsisen selv kun nåede fjordbundene på Vestland og Østland og således selv ikke var stort over 200 km. bred — og dengang neppe over 400 m. tyk. Den vandmængde, som således skulde være hævet til bræns halve højde, 200 m. på begge sider måtte ha havt en vægt, der var omtrent så stor som bræns egen. Det nytter ikke, at man søker at formindake volumet ved at tænke sig vandflaten begrænset ved en kurve, som hurtig falder fra brækanten. Ti netop setelinjernes temmelig rellinjede løp, som viser, at vandflaten ikke har fulgt en sådan kurve, som det brætiltrukne hav naturnødvendig måtte ha, er netop et nyt bevis mot, at seternes stigning avhænger derav. — Det absurde i forholdet mellem den vandmængde, seterne skulde ha hævet, og bræns egen vægt, er imidlertid i hvert fald fuldstændig tilstrækkelig til at sette istiltrækningen ut av diskusjonen, når det gælder at forklare de norske setelinjers dannelse.

Drygalski<sup>65)</sup> har i et senere arbeide antydnet en ny forklaring for det faktum, at tidligere isdækkede lande har hævet sig efter istiden. Han viser, hvorledes geoisotermene under et isdække må ligge dypere end ved fri utstråling. Når isen smeltede av, bevægede geoisotermene sig opover, jordoverflaten blev varmere. Ved den herav følgende utvidelse skulde selv en meget liten utvidelseskoefficient være tilstrækkelig til at jordskorpen måtte bøie sig utad for at få plads. Han viser, at en utvidelse av blot 2 m. var nok til at frembringe en hævnng av det 504 km. brede strøk

mellem Long Island og Montreal så stor som den her kendte, 150 m. Dettr synes jo ikke urimeligt kvalitativt. Men man må da gå ut fra en teori, der betragter jordskorpen som sammensat av brudstykker, der var endnu mere uafhængig av hverandre, end f. ex. Richthofen antar, når han skiller mellem de ikke foldede og de foldede systemer i China. Det tidligere isdækkede strøk måtte så at sige holdes i en skruestikke av omgivelserne, for ved sin utvidelse at bli nødt til at bøie sig opad. Hvis skruestikken gir efter, hvis det ved utvidelsen fremkomne økede tryk fordelte sig videre utover, så vilde ingen lokal hævnning fremkomme. Disse urokkelige «Schollen» måtte omgi de hævede isstrøk næsten helt rundt. Nu gør Drygalski selv opmærksom på, at de glaciale og postglaciale nivåændringer i Nordamerika træder i en så iøinefaldende og allerede så ofte fremhævet forhold til indlandsisens utbredelse, at man vanskelig kan slippe fra tanken på en årsakssammenheng — og det samme gjelder ubetinget Nordeuropa. Med andre ord: storbræerne skulde ved et høist mærkeligt trøf overalt ha utbredt sig netop på steder, som var indesluttet av sådanne rammer, at et øket tryk ikke kunde fordele sig videre, men senere frembringe en lokal hævnning. Dette strider mot al sandsynlighet. I virkeligheten foreligger der ingensomhelst grund til at betrakte de hævede lande som omgivne av særlig motstandskraftige grænsestrøk. Hævningsgrænsen går både i Amerika og Europa tværs på alle mulige tektoniske linjer. Der er efter de Geers målinger ingen forandring i strandlinjens jevne stigning nordover ved den ualmindelig skarpe formasjonsgrænse i Skåne. Isoanabaserne fortsætter tversover Alleghanies folder. Grænsen for det hævede strøk måtte i ganske anden grad påvirkes av så skarpe geotektoniske linjer. Hvilken teori om jordskorpens fysik man slutter sig til, synes det at måtte være en nødvendighet, at et tryk fra et utvidet

parti enten må bli fordelt over det hele eller at dets virkninger viser sig bestemt i sin utbredelse av de samme «Schollen», som tvinger det til lokal utvikling. Men nogen sådan av geotektoriske linjer bestemt forhold ved den post-glaciale hævnings geografiske grænser har som sagt ikke ladet sig påvise. Den viser sig bestemt av storbræernes tidligere utbredelse — og av intet andet.

Det synes endvidere at være en nødvendig følge av teorien, at den stedfundne hævnings størrelse står i forhold til dens utstrækning. Med samme utvidelseskoefficient vil under ellers ens forhold en 2000 km. bred strækning udvide sig 10 gange så meget som en 200 km. bred, den derav følgende hævning også bli 10 gange så stor, derimot vilde heldningsvinkelen vedblive at være den samme. Man skulde derfor i Amerika vente at finde mindst 10 gange så stor absolut hævning som i Norge, da det amerikanske fastlands indlandsis på den tid strandlinjerne dannedes, havde mere end 10 gange så stor bredde. Men spor til 2000 m.s hævning eller tilnærmelse til det vil man forgæves søke. Derimot viser stigningsvinkelen, som man skulde ventet ens fra alle kanter av hævningsgrænsen indover, store forskjelligheter. Dette kan delvis søkes forklaret ved forskjellighet i geotektonisk bygning. Nu viser de to store indlandsterritorier, som de Geer<sup>66)</sup> har gjort opmærksom på, tvertimot en mærkværdig ensartet bygning, og der er derfor ingensomhelst grund til en sådan forskel som mellem stigningen i det nordlige Wisconsin (Lake Agazzis) med 0.10 m. pr. km. og i Romsdal med 1.32 m., 20" stigning mot 4' 33". Teorien står også likeoverfor de største vanskeligheter, når den skal forklare de to linjer, som regelmæssig optræder i den samme fjord i Norge. Her må påny opstilles hjelpehypoteser.

Endelig må gøres opmærksom på, at en meget stor del av de hævdede strøk både i de skandinaviske høifjeld

og særlig i Canada har en årstemperatur fra omkring 0° og nedover. For disse siger Drygalski selv <sup>67)</sup>, at det ytre lag heller vilde bli opvarmet ved at få et brædække over sig, og at geoisotermernes beliggenhet her må bestemmes ved senere undersøkelser. Efter det tidligere udviklede kan man med sikkerhed sige, at der intet håp er om, at disse vil kunne bringe nogen forklaring om strandlinjernes stigning. Drygalskis forsøk på at utlede denne av en utvidelse av jordskorpen efter indlandsisens forsvinden, som skulde frembringe lokale hævnninger, stemmer hverken kvantitativt eller kvalitativt med de virkelige høideforhold. Også dette sidste forsøk på at forklare linjernes skråhet må betragtes som mislykket.

Som på så mange punkter i disse strandlinje-studier kan man ved at søke tilbake i literaturen finde teorier fremstillet allerede for meget lang tid siden, som efter min mening i ganske anden grad svarer til de givne naturforhold end mange senere. Det er 25 år siden Th. F. Jamieson <sup>68)</sup> opstillede den teori, at det var storbræerne, som ved sin umådelige vægt havde trykket de glaciereade land ned, at disse nogen tid efter at isens tryk var fjernet igen hævede sig, og at derved den negative strandlinjeforskyvning fremkom, mærket ved «raised beaches», «strandlinjer», og marine terrasser. Denne teori hvilede temmelig ubemærket i et snes år, indtil den i den aller sidste tid er begyndt at vinde adskillig tilslutning. Han har fremstillet den i en noget utførligere form — ledsaget av en polemik mot den Adhémar-Crollske teori om den polare iskalot — i Geological Magazine 1882.

Det synes på forhånd meget naturligt, at en ismasse på 1—2000 m. mægtighed ikke kan ha undladt at ytre sin indflydelse på jordoverflaten. Den repræsenterer ca. 85—170 atmosfærers tryk — fra en 880 millioner tons pr. km.<sup>2</sup>. Skulde et sådant tryk bæres med samme lethed som en fjær av



jordskorpen? Er det ikke langt rimeligere at forudsætte, at den måtte trykke den bærende jordskorpe ned i en mærkbar grad og at denne i hvert fald delvis vilde hæve sig, når den blev kyt denne byrde? Spørgsmålet om jordens rigiditet er som bekendt endnu under diskussion. Meningerne står skarpt mot hverandre. Det er ikke stedet her at opta spørgsmålet til nogen næiere drøftelse. Før jeg går over til at vise, hvad resultat strandlinjerne betragtet i overensstemmelse med istryksteorien bringer os til, skal jeg kun kortelig nævne en del geofysiske forhold, som med nødvendighed synes at fordre en viss bevægelighed hos jordskorpen. Der er for det første det direkte bud de vulkanske utbrud bringes os om, at der i hvertfald på store strækninger findes et ildfydende underlag. Der er de store jordskælv, som bringer overflaten til at gå i skarpe bølger, der kan forplante sig over meget store dele av jordkloden med en avhængighed av den orografiske bygning, som vilde være uforklarlig, om den faste overflate ikke utgjorde en temmelig tynd skorpe. Der er de mikroseismiske bevægelser som viser, at jordskorpen så at sige er i en permanent bevægelse, som endog påvirkes av barometertrykket. Der er Abbadies iagttagelser fra den biskaiiske bugt og flere steder, hvorefter flodbølgen påvirker de astronomiske instrumenters lodlinje langt stærkere end dens attraksjon <sup>69)</sup> skulde medføre. Der er G. Darwins teoretiske beregningeer, hvorefter jordskorpens plan må forandre hældning i mærkbar utstrækning for forandret barometertryk ( $\frac{1}{15}$  atmosfære), selv om jorden har stålets hårdhed. <sup>70)</sup>

Hvorledes disse iagttagelser kan bringes i samklang med en aldeles rigid jordskorpe, som ikke skulde bøie sig betydelig under et tryk av over 80 atmosfærer — et tryk, som gennem årtusinder vilde benyttet hver mikroseismisk bevægelse til at gøre sig gældende — det går over min

forstand. — Da synes det dog langt sandsynligere, at det eneste vægtige argument mot et flydende underlag for jordskorpen, mangelen på indre flodbølge, vil findes at være for let — hvis man da ikke allerede har fundet det. For det første synes der virkelig, efter Folie, at eksistere <sup>71)</sup> en sådan indre flodbølge, tidevandsobservasjonerne har i hvert fald ikke sikkert bevist det modsatte, for det andet har O. Fisher <sup>72)</sup> antydnet, at når det flydende magma, under månens og solens påvirkning, blir utsat for relativt mindre tryk, vil de utvilsomt i stor mængde absorberede gasarter undvike og ved sin spænding utligne den indre flodbølges indflydelse på den faste jordskorpe. I det hele er det at sette tingene på hode, når man på grundlag av hypoteser om molekulære kræfter, aggregasjonstilstand, fasthet o. s. v. under tryk, som det der eksisterer over 50 km. under jordoverflaten, vil for en endnu kanskje ikke løst gâtes skyld benægte de slutninger, som hele rækker av vel kendte forhold i jordskorpen med nødvendighet fører til.

Til disse geofysiske beviser — jeg har kun nævnt de nærmestliggende — for at man har en forholdsvis bevægelig ydre jordskorpe kan føies mange geologiske. Jeg skal kun nævne ét, som direkte bærer på jordskorpens evne til at give efter for tryk.

De amerikanske geologer har vist, at Mississippibækkenet har eksisteret siden kultiden — og at dens sediment hele tiden synes avlagret av en sagte flydende flod. Efter dens slamføring og det kemisk opløste indhold har man beregnet, at den i 1000 år fører bort så meget som gennemsnitlig omtrent 1' av dets samlede nedbørsdistrikts overflate. Tiden efter kulperioden må regnes i millioner. Der må altså være bortført tusinder av fot og omvendt avlagret umådelige sedimentmasser. Og dog har elvens fald øiensynlig ikke ændret sig i mærkbar grad. Til forklaring av dette

21 — Arkiv for Mathematik og Naturv. B. 14

lar der sig ikke fremføre andet end det simple: efterhvert som nedslagsdistriktet blev befriet fra trykket av det bortførte materiale, løftet det sig, efterhvert som sedimentets mængde økedes, gav grunden efter. Kausalsammenhæng må til for at vedlikeholde forholdene så konstant, gennem millioner av år. Eller — for at ta det mere almindelig — i samtlige geologiske lag har man svære sandstenslag, lag som nødvendigvis må være dannet i ringe, lidet varierende dybde. Man har videre mægtige lag av stadig vekslende saltvands- og brakvandsdannelser, hvilke også tyder på i det hele uforandret nivå. Nyere dypvandsundersøkelser viser, at heller ikke flodernes slam, som har bygget op de mægtige lerskiferrækker, avlagres vidt ut i havet. Også de må ha dannet sig under væsentlig uforandrede dybdeforhold gennem umådelige årrækker. Av dette sand og ler består så godt som den hele geologiske lagrække. Er det nu tænkeligt, at overalt og til alle tider disse uforandrede dybdeforhold skulde holde sig under lagdannelsen i umådelige tidsrum, uten det netop var den avlagrede sand eller ler, som trykkede grunden ned med sin tyngde eftersom den vokste, tusinde efter tusinde av fot, stadig frembydende ensartede forholde for det ny tilførte, ensartede sediment. Ingen av lagene uavhengig kraft kan det ha været, det strider mot al sandsynlighet.

Det er i sammenhæng med disse almindelige geofysiske og geologiske forhold teorien om, at de glaciale nivåændringer må utledes av istrykket, her nærmere skal betraktes. Lad os gå frem på den måte, at vi først undersøker, hvilke konsekvenser, der må deduceres av teorien, og så prøver dem på de virkelige forhold. Kan vi, ved at undersøke disse på alle kendte punkter, påvise en fuldstændig overensstemmelse — eller, hvor denne synes at mangle, de årsaker som nødvendig må ha motvirket istrykket eller utslettet dets mærker, — kan vi gøre dette, og bringer teorien oven-

ikøpet en uventet sammenhæng frem mellem fænomener, som før har stået skilt for bevidstheden, da er det stærkeste bevis for teoriens rigtighed ført. Og samtidig har grundbetragtningen — jordskorpens isostatiske bygning — vundet et nyt induktivt bevis av stor styrke.

Teorien fordrer, at en indlandsis, som lægger sig over et land, skal tynde det ned, den fordrer dernæst, at det efter at være befriet for isens vægt igen skal hæve sig. Den fordrer endvidere, at jo mægtigere indlandsisen er, des større sænkning og altså des større hævnning igen. Endvidere at sænkningen og hævnningen når de største mål ved bræens egen mægtighedsakse. — Mægtighedsaksen må falde sammen med bræskillet, da isen må hobes op til størst mægtighed her, hvor dens bevægelse utad møter størst motstand. Gradienten, sænkningen og hævnningens retning, må således være normal på bræaksen og dens størrelse, målet for stigningsvinkelen, være størst, hvor bræcentrets afstand fra hævningsgrænsen er kortest. Det er altså ved hjælp av gradienternes retning og størrelse i forhold til de ad andre veie bestemte sandsynlige bræcentre og til bræmægtigheden, teorien skal prøves. Det eneste sikre vi her har at holde os til, er de mærker efter havflaten, som står igen i form av strandlinjer og marine avlagringer, som ved den postglaciale hævnning av landet er flyttet til forskellige høider over havet. Da strandlinjerne kun kan dannes under langvarige konstante forhold, vil de kun repræsentere de tider, da istrykket for en længere tid holdt nivået konstant, da altså hverken hævnning eller sænkning fandt sted. Under den første store istid synes der ikke at ha fundet sted nogen sådan længere påviselig stans i nivåændringerne; man kender ingen proteroglaciale strandlinjer, hvilket stemmer med, at der heller ikke kendes større endemoræner fra denne tid som skulde tyde på, at bræen har holdt sig konstant, hverken i Amerika, England eller Mellemeuropa.

De nyere strandlinjer vi finder i de nordlige strøk, kan vi derfor med nogenlunde sikkerhet gå ut fra er deuteroglaciale. — Ved hjælp av en i en enkelt retning længere fortsat strandlinje kan vi blot bestemme gradientens retning tilnærmelsesvis inden  $180^\circ$ , ved to eller flere kan vi konstruere stigningsplanet.

Før jeg går til en sammenligning av strandlinjernes høideforhold i de forskjellige lande er det bedst at drøfte de kvantitative forhold for at sikre istryksteorien såvidt muligt fra samme skæbne som Pencks, at alt kunde synes at stemme, hvis bare de tal, teorien gir, havde blit nogle hundrede gange større. Likeoverfor istrykkets virkning kan man ikke uten bestemte hypotetiske forutsætninger om jordskorpens fysik føre nogen nøiere matematisk beregning. Ut fra sin opfatning har O. Fisher<sup>72)</sup> regnet ut, hvor tyk bræen måtte være for at frembringe en depression av 700', som han antar for den største hævnning i Skandinaviën. Han finder, at der behøvedes 2310'. 700' er netop de høieste kendte marine terrasser i Jemtland, 213 m. Teorien forlanger en gennemsnitlig bræmægtighet av 704 m. Ved Åresskutan har man fundet mindst 1100 m. Selv om dette er over gennemsnittet har man dog så meget at slå av på, at man må sige, at efter Fishers geofysiske teori den postglaciale hævnning kvantitativt svarer upåklagelig.

Man kan kanskje føre regningen på en mere forutsætningsløs grund ved at gå ut fra de tidligere nævnte geologiske forhold med de svære ensartet dannede sand- og lerlag. Vi fandt ut at disse, efter al sandsynlighet ved sin tyngde trykkede underlaget ned netop så meget som deres egen mægtighet. Sættes deres specifikke vægt til noget over 2 og isens til 0.88 får man, at der skal en tykkelse av ca. 2.3 gange så meget is for at brembringe en tilsvarende sænkning. Mens 213 m. sandsten, som blev lagt på en del av jorden,

hvor der tidligere eksisterede ligevægt, med tiden vilde synke 213 m. ved sin egen vægt, måtte der 470 m. is til for at frembringe 213 m. sænkning. Og så stor gennemsnitlig ismægtighet kan vi gøre sikker regning på. Flytblokke østenfra findes helt på Åresskutans top 1490 m., Kallsjøen ved dens fot er ca. 390 m., hvorefter man her som nævnt kan anta en mægtighet av ca. 1100 m., ihvertfald under nedisningens høidepunkt. If. Høgbom<sup>73)</sup> ligger seterne på Drommen og Oviksfjeldene over «skoggrænsen», hvorved formentlig menes furugrænsen, hvis høide, vel 500 m., stemmer godt med skarene over til Norge. For at dæmme op 100 km.'s bræsjøer til setenivået måtte man ha en indlandsis over Storsjøen (292 m.) på adskilligt over 200 m. + Storsjøens dyp 80—100 m. og det endnu på et senere trin av isens avsmeltning. Også denne samstillen viser, at man ingen grund har til at tro, at istryksteorien skulde føre til rent urimelige resultater kvantitativt. Alle andre teorier har opereret med anderledes store bræmægtigheter uten at få det til at slå til, mens vi her har nærliggende og naturlige analogier at støtte os til for selve trykvirkningen. Det er derimot meget sandsynlig, at netop istrykket, hvis størrelse vi på mange måter kan få bestemte tal for, vil bli et brukbart middel til at få jordskorpen motstandsevne mot tryk nærmere bestemt.

Jeg skal da gå over til at prøve, hvorledes teorien stemmer med teorien kvalitativt. Likeoverfor vort øie med, at undersøke gradienternes retning i forhold til indlandsisen, er det hensigtsløst i detalj at følge f. ex. Suess' sammenstillen av de nogenlunde sikkert konstaterte hævinger over det hele. Vi kan indskrænke os til steder, hvor man har så mange målinger, at strandlinjernes stigningsretning kan påvises.

## 6. Istrykket mærket ved kendte strandlinjer.

Norge er «strandlinjernes» klassiske land fremfor alle, og vi får begynde vor vandring over de tidligere isdækkede lande her. Den fremstilling der er git av de norske seter viser, at istryksteoriens fordringer fuldstændig svarer til de virkelige forhold. Flytblokkene, skuringsmærkerne og de andre beviser for de opstemmede bræsjøer viser, at bræskillet her dannedes av en akse, som fra det nordlige af Kristiansands stift går i en bue ovenom Tryssil og derfra ca. 150 km. østenfor vandskillet op til Finmarken. Av nedbørsforholdene har vi tidligere vist, at bræen må ha havt en større mægtighet sydpå end langt nord. Hævningsgrænsen viser sig derved, at seterne ved havkysten næsten når ned til denne langs Norges kyst, mens den østentil strækker sig helt ned forbi Skånes spids. — Hvis vi efter disse data skulde trække gradienterne, måtte de begynde med en svak stigning sydover oppe ved ishavete kyst. Stigningens retning kender vi tilnærmelsesvis efter tre seter ved Kolabugten — sydvestover ifølge W. Ramsay <sup>74</sup>). Ved Alten er dens retning og størrelse N. 11° V. og 0.54 m. pr. km. I Tromsø amt er retningen svunget over til N. 45° V. — normal på bræaksen — og vokset til 0.89 på grund av kortere afstand fra denne til afaldet mot Atlanterhavsdyppet, og sværere bræ. I det trondhjemske vet vi ifølge skuringsmærkerne, blokflytningen og forholdet til den baltiske isstrøm, at mægtigheten må ha været betydelig, og da man her er ved midtpunktet av bræaksen er det også av den grund sandsynligt, at bræen har været sjelden høi. Vi har tidligere anslået den til ca. 1100 m. Hertil svarer de høie marine terrasser i det trondhjemske (op til 185 længst i øst) og i Sverige det høieste hidtil kendte marine trin, som også er det som kommer nærmest akse, 213 m. (se de Geer Nivåændringer s. 27). Hertil

også de høie seter ved Trondhjem, de høiest kendte (178 m. og 161 m.). En sammenstilling av disse med de længere ute i fjordene gir gradient 1.04 m. Går vi videre sydover har vi endnu i Romsdalen stærke gradienter i retning N. 45° V., som i Søndmør begynder at svinge vestover N. 30° V. for videre at svinge med kysten og hævningsgrænsen over til V—O. i Nordfjord og sydover. Gradienternes størrelse synes kun ved Søndfjord at være mindre end ventelig. Nivellemang mangler. Sydover har vi ikke seter nok at holde os til, vi får ty til de usikrere terrasser, som tyder på, at gradienten holder sig omtrent som i Sogn. Ved forsøk (i 1885) på at finde gradientens størrelse efter terrassemålinger kom jeg, som senere skal omtales, til tallet 0.48 for Hardanger. Da mine resultater fra de nordligere fjorde til Trondhjem ikke svarer så værst, er vel også dette tilnærmelsesvis rigtig. Længere syd har vi i Norge vanskelig for at påvise gradienterne. Så meget vet vi dog, at terrassernes høide tiltar jo mere vi nærmer os bræaksen, og at de når høiest nærmest denne inde i Kristianiafjorden — 185 m. Tallets absolute størrelse svarer også her godt til, at bræen, efter hvad tidligere utviklet, må ha været særdeles mægtig her.

Allerede Olbers<sup>75)</sup> viste, hvorledes den marine grænse avtog høide sydover langs Sveriges vestkyst. Gennem de av de Geer meddelte *strandvall* høider kan vi nu nøiagtigere påvise stigningens størrelse videre syd. Om dette netop er gradientens retning kan vi ikke vite, men efter de av de Geer trukne isoanabaser kan den ikke avvike meget. Som teorien fordrer viser den her et svakere fald: 0.30. Ved hjælp av indlandsseterne kan vi for flere dalstrøk vise, at stigningen mot bræaksen vokser også inde i landet i Norge. — Om forholdene også i Finland svarer til hvad der skulde ventes, lader sig ikke med sikkerhet sies, da marint ler her vanskelig lar sig skille fra bræsjø-ler. Ifølge Kropotkin har havet i det sydlige Finland ikke nået høiere end til



30—50 m.<sup>76</sup>) i Estland (sml. de Geer) ikke over 30—45 m. mens marint ler derimot mangler ved St. Petersburg. Dette svarer til et svakt fald mot SO., i overensstemmelse med teorien. Længere kan vi endnn ikke følge hævningsforholdene. Men vi er allerede kommen  $\frac{3}{4}$  av periferien rundt den skandinaviske storbræs område, fra Kola ca. N. 45° O. vestkysten rundt til den finske bugt S. 45° O. Fra 8—9 profiler ved kysten og 3—4 fra setesjøerne har man nogenlunde pålidelige snit, og forøvrig passer de almindelige forhold fuldstændig. Likeledes passer gradientens størrelse til avstanden fra den sidste indlandsises grænser til bræaksen og med, hvad man vet om brætykkelsen. De av teorien deducerede slutninger viser sig således ved det skandinaviske hævningsomraade at slå til på hvert enkelt punkt, så fuldstændig, at man alene herpå kan bygge istryks-teorien med stor sikkerhet. Den forklarer alle kendsgjerninger i de for spørgsmålet om strandlinjernes forskyvning klassiske lande, Norge og Sverige, fuldstændig og utvungent.

Fra Storbritanien og Irland har man en utrolig masse høidemål for «terraces» og «raised beaches». Man skulde tro, at teorien her kunde prøves på en rigtig grundig måte. Men i virkeligheten er de foreliggende data overmåde utilfredsstillende; strandlinjer, marine terrasser, elvefyldninger, for de ældre målinger (jf. Chambers) skurstensler og for mange steder vistnok også horisontale lag i fjeldet, er blandet sammen på en håbløs måte. Hertil kommer, at en del af øerne aldrig har været isdækket, at altså præglaciale strandlinjer og muligens terrasser fra den første istid har holdt sig, så det hidtil er noget nær umuligt at skille ut de enkelte linjer tilhørende et bestemt isdække — og kun disse er brukbare for os. Også den ialmindelighet sikre fremgangsmåte at følge de høistliggende marine lag med den glaciale fauna blev bragt i forvirring

ved at man allerede i 1830'erne fandt havskæl i en højde af over 400 m. i det nordlige Wales, hvorved al sammenhæng blev brudt. Først en ny sammenhængende undersøgelse med øie for, at strandlinjer kan være skrå, kan bringe rede i det. Når hertil kommer, at grænserne for de to istiders utbredelse og bræernes bevægelsesretning først i 1885 blev greiet ut nogenlunde af H. C. Lewis<sup>77)</sup>, vil man forstå, at vi her kun kan håbe på at påvise de store træk. Det at de omtalte skælfund på Moel Tryfane i Wales og lignende ved Dublin tilhører en bundmoræne, viser, at den mægtigste del af indlandsisen har ligget nordenfor disse steder, da de er flyttet op til sin højde af en sydgående bræ. At bræbevægelsen i the Great Glen har gåt mot NO. — og under sin avsmeltning dæmmet op setesjøerne i Lochaber — bestemmer bræcentret nærmere, til at ligge omtrent over Nordkanalen, mens en svær ismasse lå i den irske sjø.

I den nærmeste omkreds her skulde man vente at finde den største stigning. Det slår til; ved Airdrie (nær Glasgow) har man den høiest kendte hævnings, 161 m. Herfra avtar den i det store taget til alle sider, mot SV. til Irlands sydkyst, mot SO. til Englands do., hvor den går ned til 3 m., mot N. synes den allerede at have ophørt på Orkney og Shetlandsøerne. Da Orkney og Shetlandsøerne endnu bærer mærker efter den norske isskuring fra den første istid, og således ikke har været isdækket under den sidste, svarer også dette fuldstændig til hvad teorien fordrer. Vi får tillike et eksempel også fra England på at den deuteroglaciale is havde en mærkelig sydlig udvikling. Nedbøren synes også her væsentlig at være kommen fra en noget mindre vestlig retning end nu. —

Vi går videre nordover til Færøerne. Heller ikke her eksisterer der if. Helland<sup>78)</sup> og J. Geikie<sup>79)</sup> påviselige mærker efter en hævnings efter istiden, hverken terrasser

eller seter. Vi kan også her tænke os, at de øvrige glaciale mærker tilhører den første istid, at den stærke fjord- og sunddannelse under denne efterlot et land, som mindre egnet sig for bræsamlng. Den sidste istids klima var jo heller ikke på langt nær så utpræget brædannende som den førstes. Men det at der på Færøerne ikke findes terrasser eller strandlinjer er såvidt jeg ser intet bevis for, at der ingen postglacial hævnng har fundet sted. Efter øernes naturforhold er det nemlig i og for sig lidet rimeligt at finde slike mærker. Elvene og dalene er meget ubetydelige, og den overmåde stærke strøm i sundene vil føre det meste av det nedførte materiale med sig. Der vilde i det hele udvikle sig lidet av løst dække på øerne og derfor heller ikke terrasser. Redskapen til sete-erosionen var knap, fjordis vilde der neppe dannet sig, og den mulige drivis blev ikke længe opholdt ved kysten. Og når — som både Helland og Geikie gør opmærksom på — der heller ikke findes huledannelser i et høiere nivå end de talrige ved den nuværende strandlinje, forekommer heller ikke dette mig at være avgørende. Havets underminerende virkning er her på øerne så kolossal, at den visselig gennem de årtusinder, som er gåt efter istiden næsten overalt vilde ha tat ut land til større dybde end nogen glacial hule rak.

En støtte for denne betragtningsmåte finder jeg i forholdene på det ganske ensartet byggede Island. Jeg kan ikke erindre at ha set huledannelser i nogen større høider over havet på syd- eller østkysten noget sted, hvor havet nu står på basaltfjeldene, trods de også her er talrige ved havflaten. Det er blot hvor nyere tuf- og lavalag eller de store sander har dannet en beskyttende kant utenfor, hvor således den gamle bratte havskrænt i basaltfjeldene er kommet til at ligge et stykke ind i landet, at der findes sådanne høitliggende huler bevaret. Jeg har selv sammen med A. Helland været oppe i et par, på 57 m. og 30 m.

høide.<sup>80)</sup> Mangelen på seter og terrasser på Færøerne kan således både forklares ved, at der ikke var nogen deuteroglacial landis med derav følgende senere hævnning, og ved at disse mærker senere er forsvundne.

De omtalte huledannelser på Islands sydvestkyst tyder på en hævnning av kysten her på op til 60 m. Ved Ellidarå nær Reykjavik fandtes en skælførende terrasse på 38 m., sandsynligvis den samme ved hvilken Keilhack<sup>81)</sup> fandt en sete i 40 m. høide. Ved nedgangen fra Hellisskard til Reykir sees inde ved foten av en gammel basaltisk havskrænt en strandvold av smukt tilrundede fjærestene i en høide av ca. 50 m. På østlandet fandtes en lignende gammel strand i en høide af 27 m. ved Starmyri. Om denne er at henhøre til samme hævningsperiode er kanske tvilsomt. Forøvrigt synes en række gårde i 60—70 m. høide inde under de bratte fjelde på sydkysten at antyde, at her ligger den gamle havstrand. Den stærke torv- og muldjorddannelse tyder også på, at vi her har at gøre med meget gamle dannelser. De kan neppe samtlige være frembragt i en sen tid, på samme måte som en del av de store sander vistnok er det, ved svære bræskred, jøkulklaup, som forårsakes ved vulkanske utbrud under bræerne. Største delen av den sand, aur, som sanderne er bygget av skyldes vel allikevel bræernes regelmæssige arbeide, hvor de gik som brede skjolde ut til havet.

Den store Rangárvallaslette, som gradvis hæver sig op til en høide av 120 m., ligger for en stor del under det 50—60 m.s tidligere havnivå som Reykir-strandvolden og Paradishellir (57 m.) på dens sider betegner. På den nordvestlige halvø findes der efter Thoroddsen gamle havstandsmerker i 30—60 m. høide og på Nordlandet ved Ásbyrgi en strandlinje i fast fjeld ca. 40 m.<sup>81)</sup> At finde hævnningens gradientretninger efter de her givne opgaver kan ikke gøres med fuld sikkerhet. Høiderne tyder dog på, at stig-

ningen har været særkest sydpå (70 m.) og avtar nordover. Spørger vi om dette stemmer med hvad man må anta om bræmægtigheten, må dette besvares bekræftende. Bræerne har jo endda holdt sig i stor utstrækning netop på det forudsatte sted. Vatnajökulen alene er 8500 km.<sup>2</sup>. Nedbøren er over dobbelt så stor her som på Nordlandet. Landets høieste fjeld stiger like op av Atlanterhavet. Snegrænsen er på sydsiden av Vatnajökul neppe 900 m., på nordsiden op til 1450 m.<sup>82</sup>) Derimot er jeg ikke i tvil om, at indlandsisen i den nordre del aldrig har nået stor mægtighet. — Man har anført Islands mangel på innsjøer og typiske fjorde med glacialsjøernes profil som bevis mot bræerosjonen. Helland har vist, at de dog optræder i nogen utstrækning, men det må indrømmes, at det er lidet av dem i forhold til i andre glaciereade lande og i den nordlige del har man ikke jökulklaupenes voldsomme midler til at fylde fjordene med. — Jeg vil snu argumentet om; det at det nordlige Islands orografi ikke bærer tydeligere tilskue iserosjonens let kendelige præg, det viser, at landet her aldrig har været sterkt isdækket. Når man ser på Islands kart med de korte fjorde, med de svagt buede kystlinjer, med de lange retlinjede elve, med dets vulkanske sjøer (Mývatn o. s. v.), og endnu mere, når man færdes over de lange bølgende sletter i det indre Nordland eller passerer dets store elve, som enten er skåret dypt ned som cañons eller ligger i umådelig brede, fladt skålformede dale, så kan man ikke undgå det indtryk: disse former er væsentlig uglacierte. Selv om man sætter elvenes slamføring og subaeriske virkninger nok så høit, intet rimelig mål av disse har kunnet frembringe disse almindelige former ved utviskning av et oprindeligt grundlag, som var dypt præget med glacialerosjonens sterke type. Selv med ringe tanker om glacialerosjonen vilde man vel indrømme den en mærkbar virkning på de bløte tuflag og i hvert fald evnen til at

skrape væk den løse crag, som findes levnet ved Húsavík på nordkysten, hvis en nogenlunde mægtig indlandsis havde nået Ishavet. Alle naturforhold på selve stedet tyder på, at det er mere apriorisk, og det på feilagtige grunde, når man uvilkaarlig har tænkt sig det nordlige av Island under istiden stærkt isdækket. Man kan derfor heller ikke her vente at finde nogen stærk postglacial hævnning. — Skønt det synes at ligge utenfor mit emne, vil jeg dog antyde enkelte nærliggende årsaker til dette overraskende forhold. Under nuværende klimatiske forhold er nedbøren i Berufjord (1093 mm.) mere end dobbelt så stor som ved nordkysten (Grimsey 414 mm.) og den er sandsynligvis større endda langs Vatnajökuls og Örfajökuls fot. Under istidens sterkere brædannende nedbør måtte disse bræer vokse i høide og vilde vel snart smelte sammen med de store jøkler, som med korte avbrydelser strækker sig helt over til vestkysten. Fra Vatnajökelsens østside strækker sig på den anden side det op til 900 m. høie platå, hvori østkystens fjorde er skåret botten-agtig ned. Også langs denne vilde bræen vokse. Denne sammenhengende høie brærække måtte nødvendigvis ta fra Nordlandet alt nedbør, som kom fra SV.—O., det vil sige den rent overveiende del av en nedbør, som ved nordkysten nu er mindre end Kristianias, længere inde i landet endnu mindre. Klimatet måtte bli endnu tørrere end nu på høisletterne, og det vil sige ikke så lidet, da vi her den dag idag har et sidestykke i det små til en sandflugt (med stenstripping) således som man har tænkt sig det til forklaring for løssdannelsen i SO.Europa på den tid, da ismasserne fra Skandinavien over De britiske øer, Vogeserne, Alperne, Karpaterne på en ganske analog måte berøvede det østenfor liggende de atlantiske vindes fugtighet. Man vil indvende, hvorfor gik det ikke her som i Skandinavien, hvorfor byggede ikke bræen sig op over vandskillet, flyttet sin

akse over på den anden side og drev bræmassen langt ut i strøk med liten nedbør, der som her? — Det har den også til en vis grad gjort; man finder isskuret lava op til *Mývatn*. *Lagarfjót* har ifølge Helland en glacialsjøs dybde, trods den brede dal den ligger i, særlig på vestsiden, ikke har glacialdalenenes former. Men de orografiske forhold er dog så væsentlig forskjellige, at det ikke kan ha fundet sted i en sådan utstrækning som i Norge. Langs sydkysten har man Islands høieste fjeld stigende langt brattere op av havet end i Norge, hvor den gennemsnitlige hævnings i høiden når op til  $\frac{1}{2}^{\circ}$ — $1^{\circ}$ <sup>83</sup>). *Öræfajökul* reiser sin 1690 m. høie top kun 40—42 km. indenfor den gamle kystlinje, altså næsten  $2\frac{1}{2}^{\circ}$ , mot *Galdhøpiggen*s 2560 m. i 150—180 km. avstand. Ved sådanne vinkler vil bræens glidning spille nogen rolle. Basaltfjeldene gav end mindre anledning til dannelse av store bræer, da de hæver sig de 700—1000 m. næsten lodret. Vi får derfor her ikke storbræernes typiske fjorde, vi får i steden bottendannelsen og sækkedalene. Nedbøren er nu ved Islands sydkyst kun det halve av hvad den er ved Norges vestkyst, den rest der blir tilovers efter den bratte stigning op til høideplataet vil bli så liden, at nogen mægtig brædannelse vanskelig vil kunne finde sted. Snegræsen ligger nord for *Vatnajökelen* i en høide (1450 m.), hvortil kun enkelte fjeldtoppe når op. Selv om man tænker sig temperaturen mere end de ellers antagne  $4$ — $6^{\circ}$  koldere under istiden, vil således her betingelserne for utviklingen av en mægtig storbræ nordover bli høist ugunstige, der vil ikke kunne avlagres så meget bræ-is her, at bræaksen vil trækkes stort over høideaksen. Mens de nedbørbringende vinde i Skandinavien kom parallel med bræaksen, hvorved fordelingen på de to sider ikke blev så særdeles uforholdsmæssig, så ligger i Island bræen tvers for. Nordsiden av storbræen vil kun kunne få sin fugtighet fra det under istiden vistnok for største delen av året islagte

Ishav. Forholdene i Island er således så uensartede, at man ingen grund har til at vente en lignende forskyvning av bræaksen som i Norge, eller til fra dette at hente argumenter mot muligheten derav her.

Den største iserosjon må ha fundet sted på sydkysten, men her har de vulkanske kræfter forstyrret arbeidet. Den lange rad av store vulkaner og lange vulkanske sprækker langs høiplatåets sydkant har istedet bygget op kratere og jevnet ut med lavastrømme og jøkulhlaupenes kolossale grusmasser. Såsnart basaltfjeldene begynner, optræder derimot fjordene, men på grund av landets bygning vil altså disse være at utlede fra lokale bræer, bottendannelser, ikke fra en fuldt utviklet storbræ.

Der er endnu et punkt i Islands geologi, som jeg skal berøre, da det både på en måte er et strandlinje-spørsmål og kan belyse jordskorpens evne til at hæve sig, når et tryk blir fjernet. Som nævnt har havet bevislig ædt sig langt indover både på Island og på Færøerne. De vekslende lag av basalt og tuf frembyder utmærkede angrepspunkter for dets underminerende kræfter. De henimot lodrette fjelde og de spidse fjeldnåle, drangar, som står igen som rester av landet utenfor, viser tilstrækkelig dette, og basaltdækkene må naturligvis ha fortsatt langt utover, ikke samtlige ha endt på samme linje og bygget op en 6—800 m. styrtning. Og i hvilken retning de væsentlig har fortsatt sig må fremgå av et kart over havbunden (se Mohns dybdekart fra Den norske Atlanterhavsekspedisjon). Bunden er rundt Island temmelig jevn indtil omtrent 200 favnes linjen og falder så brat av til havdypet. Om Færøerne er det grunde belte smalere undtagen i to retninger, hvor det fortsetter sig som de bekendte undersøiske broer Færø-Islandsryggen og Wyville Thomsonryggen. I disse retninger må basaltdækkene væsentlig ha utbredt sig, og her må haverosjonen tat væk 3—800 m. mægtige landmasser. Men



hvad måtte følgen bli efter teorien om jordskorpens bevægelighed efter trykket? Den underliggende grund måtte nødvendigvis hæve sig, og da denne hævnning ikke kunde slutte brat ved havskrænten måtte også den ytre del av det genstående land bli hævet noget med. Horisontale basaltdækker måtte reise sig ut mot abrasjonskanten, stærkest yterst, avtagende indover. For Islands vedkommende vilde dette sige, som 200 favne linjen viser, en hævnning ut mot kysten helt rundt, for Færøernes vedkommende: for de nordlige øer et fald indover fra NV. (fra Færø-Islandsryggen), for den vestligste ø fra V., for de sydligste inde fra den nærmestliggende del av W. Thomson-ryggen (den store fiskebanke) fra SV. Men i alle tilfælde, helt rundt Island og på alle steder på Færøerne, slår dette til med gennemgående ensartede, lave faldvinkler, som tiltar utad. Disse mærkelige forhold, for hvilke jeg ikke har seet nogen virkelig forklaring git, løses altså fuldstændig efter den her hævdede teori om jordskorpens fysik og bestyrker derved denne i høi grad.

Det vilde være let fra andre steder at fremdra lignende tilfælde, men jeg behøver blot at citere Ramsay<sup>84</sup>), som var den første der utviklede den vigtige teori om *plains of marine denudation* eller abrasjonen, som Richt-hofen kalder det. Den abraderende krafts angrepslinje, således som den arbeider sig indover landmassen, må optræde som en brat skrænt, et *escarpment*. Om disse, som kendes fra mange geologiske formasjoner, siger han, at de næsten samtlige har den eiendommelighet, at lagene har et fald fra skrænten. Dette almindelige forhold, hvis vidtrækkende betydning er indlysende, får en geotektonisk klar, genetisk forklaring, i overensstemmelse med de nu under dannelse værende islandske og færøiske *escarpments*, når

man går ut fra jordskorpens isostatisk bygning, den egen- skab at den hæver sig ved avtagende tryk.

Som et eksempel på, hvorledes de geologiske profiler efter dette vil bli at forandre skal jeg nævne Ramsays tegning (Fig. 3) av de bekendte Wealden escarpments fra Sydengland.

Efter den ældre teori blev profilet her at rekonstruere som et hvælv, således som Ramsay gør; hvis derimot faldet fra skrænterne skyldes hævnning på grund av befrielsen af trykket av de mellem dem liggende lag  $a-a$ , vil det bli at rekonstruere efter den av mig tilføjede linje  $x-x'$ , der følger de endnu ikke reiste dele av lagene, og som netop berører de indre lagtoppe  $cc$ . Som man ser forsvinder anti-

Fig. 3.



klinalen av profilet, og man slipper med en liden brøk- del av den tidligere antagne erosjon. —

Hvis der omvendt av en eller anden grund over en hori- sontal lagrække sker en sterkere avlagring på et enkelt strøk, i et delta f. ex., vil dette parti synke, lagene vil bøie sig under det økede tryk og falde ind mot det nydannede sedimentlag, der vil fremkomme et bækk n. Mange syn- klinaler er sikkert fremkommet på denne måte. — En hel række dristige profiler med svære borteroderede hvælv og med dype synklinaler, der efter de almindelige figurer med de umådelig overdrevne høidemål nødvendigvis må gi ind- tryk av at være fremkomne ved en kolossal sammenpres- ning, vil med figurer med samme horisontale og vertikale målestok vise sig at kunne været frembragt på yderst

fredelig måte på grund av jordskorpens avhengighet av øket eller minsket tryk.

Men for at vende tilbake til den postglaciale hævnning og dens avhengighet av det deuteroglaciale istryk. Vi fortsætter vor vandring over til Grønland. Omkring Kap Farvel synes ingen hævnning at være foregaaet, men videre nordover finder man stadig høiere terrasser og strandlinjer. De sædvanlige mærker viser, at indlandsisen tidligere har været meget mægtigere. Omkring Diskobugten viser de målinger K. J. V. Steenstrup gir<sup>86)</sup> tilsyneladende to linjer (den laveste i ca. 40 % høide) med stigning mot NO., altså både langs kysten og ind mot bræaksen. For hele Grønland gælder det samme som tidligere for Norge, at først når de mange mål forenes efter geografisk beliggenhet til sammenhengende strandlinjer, kan man drage bestemte slutninger om stigningsforholdene i det hele.

Istrykteorien kan foreløbig ikke gi nogen tilfredsstillende forklaring av de umådelige hævnninger, der skal ha foregået omkring Smiths sund, i Grinnell land særlig op til 600 m. Her vet vi, at isdækket er betydelig mindre end over det midtre Grønland, og der kunde således ved større nedbør være bygget adskillig høiere bræ op over den nuværende overflate; men allikevel synes en brætykkelse op til 3 gange så stor som den nordeuropæiske og nordamerikanske indlandsis neppe tænkelig. Mærkes skal dog, at egentlige seter ikke nævnes over 100 m. o. h.

De store høider her er blevet brugt som bevis for stigningens tiltagen mot polen og dernæst for iskappen omkring polen. Man kan sige, at de tvertimot motbeviser denne, da de er fundne op til over 82° og således gir litet rum tilovers for den iskalot, der skal ha tiltrukket vandmasserne og dermed hævet havnivået — eller som skal ha væsentlig forrykket jordens tyngdepunkt — eller som skulde ha trykket jordskorpen særlig ned. — Ingen anden teori

har heller kunnet klare disse enestående store høider, og før vi lærer at kende strøget nordenfor  $82^{\circ} 23'$ , mangler vi også ethvert sikkert grundlag for en diskussjon av dem. Hvis der ligger større landstrækninger nordenfor, gælder det blot at påvise en grund til tidligere sterkere nedbør, for at få bræ nok der, hvor man nu antar en årstemperatur av  $-20^{\circ}$ . Foreløbig får imidlertid den stærke hævnning her, hvis den eksisterer, stå uforklaret — og uten at burde anvendes som motbevis mot istryksteorien. —

Går vi længere syd på vestkysten av Baffinsbugten synes vi at ha avtagende høider indtil vi kommer til Amerikas fastland og derved til den største storbræes område. Det må vel nu ansees bevist, at denne ikke har havt nogen synderlig forbindelse med de amerikanske arktiske øer eller Grønlands bræer. De har vistnok i høiden kun stødt sammen i yterkanterne. Langs Hudson Bays østkyst går skuringsmærkerne nordover, på Labradors østside østover og siden svinger de som radier med Hudson Bay som centrum, cirkelen rundt helt til Ishavet. Vi har øiensynlig havt en umådelig, skævt skjoldformet indlandsis, hvis største mægtighet har ligget sterkt nærmet mot SO-manden, mot den største nedbør, således som man på forhånd kunde ventet. Derimot synes mange tegn at tyde på, at bræen ikke har havt den kolossale mægtighet, som man, gående ut fra at dens overflate må ha steget nogenlunde sterkt den hele vei, har regnet sig til. Det er særlig fra grundfjeldsblokkene høit oppe på Rocky Mountains at man har sluttet sig til den umådelige mægtighet over den laurentinske akse. Disse høidetall gælder imidlertid den store istid og ikke deuteroglaciale, til hvilken Champlainperiodens terrasser, som her betegner strandlinjen, hører, og hvis ytergrænse betegnes av den lange række av terminal moraines. I det strøk søndenfor de store sjøer, hvor man har de to «bundmoræner» over hinanden, synes den sidste stor-

bræ at ha bevæget sig mindst like let over den proteroglaciale «till», som i Nordtyskland, på den jydsk halvø og på øerne Gotland og Bornholm, hvor den baltiske isstrøm — altså langt fra sin ydergrænse i Brandenburg — kun nåede en mægtighet av henholdsvis 160—200 m., og 120—170 m.<sup>87)</sup> Der er således rimeligt, at den deuteroglaciale amerikanske bræ med undtagelse kanskje av det sydøstlige mere kuperte strøk i det hele også tiltog yderst langsomt i mægtighet og selv ved centret ikke nåede stort større mægtighet end den skandinaviske — om så meget, da ellers sikkerlig mere av de underliggende løse lag vilde være ødelagt. Vi vil da måtte vente os følgende gradienter: Over Lorenzfloden en stigning mot NV., fra New-York mot N., inde i landet først N. senere NO., stigningen stærkest hvor avstanden fra brækanten er mindst d. v. s. fra SO. og en meget svakere fra SV.; strandlinjens største høide ikke større end Europas. Også her oppfyldes hver eneste fordring. Vi har den høieste kendte terrasse ved Montreal, 150 m., herfra avtar de både mot New-Brunswick og mot New-York med en gradient på omtrent 0.30 m. pr. km.

Også i Amerika er vi så heldige at kunne følge hævingen indenfor kyststrækning ved hjelp av indlandstrasser og strandvolde. De store sjøer har terrasser på begge sider, og høiest mot nord. Deres ensartede opprindelse og sammenheng er imidlertid ikke ganske sikret. Men længere vest har vi den berømte deuteroglaciale sjø, Lake Agassiz, der har en længde av henimot 1000 km., over den nu mot nord løpende Red River of the North, hvis brede basin av indlandsisen blev tvungen til at søke avløp over Lake Traverse til Missouri. Denne sjøs strandvolde, der træder frem som en svak bølge i skurstensleret, er omhyggelig målt av W. Upham.<sup>87)</sup> Han har påvist 3 til 4 over hinanden, samtlige med tiltagende høide mot nord. Stigningen bør imidlertid ikke, som av Upham er gjort,

søkes efter den nuværende elvs retning. Man må trække isoanabaserne og grader lodrette på disse. Dette blir ikke, som de Geer siger, mot SV.<sup>88)</sup> Interpolerer man høidetailene ved bestemte punkter på Wisconsin-siden mellem de for Dakota givne i den tabel Upham opstiller, viser det sig at gradienten danner en kurve, der fra S 30° V ved den kanadiske grænse svinger om gennem 26° til 21° V ved Lake Agazzis utløp, en kurve, som mærkelig nok også følges av skuringsstripernes retning i det angivne strøk.

Efter istryksteorien vilde dette sige, at bræbevægelsen overalt bestemtes av bræens mægtighet, der her avtog efter den kurve, som dannede aksene i den lange og meget brede istunge, som ved den deuteroglaciale istids høidepunkt skøt sig ned gjennom Red Rivers dalflate. — Hovedretningen av gradienten peker også her op mot Hudson Bay, mot bræcentret og stigningen, som når gradienten trækkes rasjonelt, nærmer sig meget mere en ret linje end Upham angir, er her kun 0.10. — De lavere strandlinjer her må efter istryksteorien ha opstått ved senere stansninger i isens smelting. Hver gang må gradienten bli svakere, her som i Gudbrandsdalen. — Også den største kendte storbræ, den nordamerikanske, viser således netop de av teorien deducerede forhold. —

Ved Stillehavskysten gjelder det som i Norge og Grønland, man må ha beliggenheten inde eller ute i fjorden tat med i bedømmelsen av strandlinjernes stigning for at finde sammenhængen.

I Nord-Amerika er det endog lykkedes i nogen mon at påvise de sänkninger og hævnings der ledsagede den proteroglaciale is. Ifølge Chamberlin<sup>89)</sup> utgjorde disse i det indre av landet over 300 m. — et tal, som stemmer med den langt større mægtighet man må anta for denne storbræ. Ifølge Mac Gee<sup>90)</sup> viser den proteroglaciale Columbiaformasjon på «The Middle Atlantic Slope» den av teorien

fordrede avtagende hævnings fra 500' ved Susquehannas øvre løp, 400' ved Delaware, 145' ved Potomac, 125' ved Rappahonock, 100' ved James til 75' ved Ronnocke — som man ser en hævnings, der har strakt sig med en avtagende gradient utover den proteroglaciale storbræes grænser. Både med hensyn til størrelse og retning stemmer de isostatiske bevægelser også under den proteroglaciale istid fuldstændig med istryksteorien.

Vi fortsætter undersøkelserne.

Sydamerikas sydspids har også havt sin istid, og vi kan straks på kystlinjen se, hvor langt nord den strakte sig — nemlig sålangt fjordene optræder. Underlaget er ensartet, de klimatiske forhold jævne, og vi må derfor anta at bræmægtigheten må ha tiltat med avtagende temperatur sydover. Hertil bør svare en tiltagende høide hos strandlinjen efterhvert som vi kommer sydover, hvad vi ganske rigtig finder.

Når vi tilslut tar med Nyzeeland, hvis glaciale mærker også røber den som et tidligere brædækket land, er vi færdig med vor fart. Vi har fundet at istryksteorien hidtil har stået sin prøve så godt, at vi allerede siger: Vi finder selvfølgelig terrasser og disse tiltar selvfølgelig i høide sydover — og jeg antar kanske mange ikke engang finder det nødvendigt at lete frem bekræftelsen herpå i literaturen.<sup>91)</sup>

Istryksteorien har vist sig overalt at slå så fuldstændig til som forklaring av de postglaciale hævningsers størrelse og retning, at vi efter denne omstændelige prøve kan sige, at der neppe gives mange indirekte geologiske teser, for hvilke der er ført et bedre induksjonsbevis. Vi er berettiget til at betragte det som en lov, at overalt hvor istiden har dækket et land med storbræ, har det senere hævet sig, og overalt hvor landet er blit holdt sålænge i ét nivå, at terrasser og seter

har vundet at bli dannet, der vil disse strandlinjer vise, at hævnningen tiltar i høide fra brædækkets grænser ind mot bræcentret, hvor bræens vægt har været størst, og at hævnningens størrelse afhænger av det fjernede tryk. Den vigtige geofysiske lære, at jordskorpen gir efter for langvarigt stærkt tryk og hæver sig forholdsvis efter at være befriet for det, er ved disse strandlinje-studier påvist at gælde i en så stor mængde påviselige tilfælde, at vi, med støtte i de tidligere nævnte geofysiske og geologiske kendsgerninger som i og for sig nødvendiggør den, nu må være berettiget til at tilkende den almengyldighed som naturlov.

(Forts.).

=====



## Bergens museums prisbelønning for 1890.

Pris: Joachim Frieles guldmedalje, værdi 400 kroner.

Prisbelønningen uddeles ifølge gavebrevets art. 2 hvert 3die aar »for det videnskabelige Arbeide over Norges Hav- eller Landfauna, som Muse-direktionen efter udstedt Opfordring til Konkurrence har fundet værdigt til Belønning.«

Arbeidet, der maa være grundet paa selvstændige undersøgelser og ledsaget af tegninger, kan behandle hvilkensomhelst del af faunaen.

Afhandlingerne, der skal være affattede i et af de nordiske sprog, betegnes ikke med forfatterens navn, men med et motto, og ledsages af et forseglet brev indeholdende forfatterens navn, stand, bopæl og samme motto.

Den belønnede prisafhandling med tegninger blir som museets eiendom udgivet i trykken, — dog skal der være forbeholdt forfatteren 30 friexemplarer.

Prisafhandlingerne indsendes til Bergens museums direktion inden udgangen af september 1890, og prisbelønningen uddeles 18de december samme aar.

Bergen i musedirektionen den 25de Januar 1889.

|                   |                    |                 |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| D. C. Danielssen. | Chr. Henrichsen.   | Ths. Angell.    |
| Herman Friele.    | G. Armauer Hansen. | B. E. Bendixen. |
| C. Berner.        | N. Nicoll.         |                 |



7026.

Archiv

for

Mathematik og Naturvidenskab.

Udgivet

af

Sophus Lie og G. O. Sars.

---

Fjortende Bind. Tredie og fjerde Hefte.



Christiania og Kjøbenhavn.

Alb. Cammermeyers Forlag.

November 1890.



Alchiv

Matematika i fizika

1904



Matematika i fizika  
1904







3 2044 106 230 162

